



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE LA COMPUTACIÓN

**“CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN  
DE UN SITIO WEB USABLE  
PARA LA DIFUSIÓN DE CMM NIVEL 2”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN INGENIERÍA  
(COMPUTACIÓN)**

**P R E S E N T A:**

**FRANCISCO JOSÉ NOGUEZ LÓPEZ**

**DIRECTOR DE TESIS: FERNANDO GAMBOA RODRÍGUEZ  
COTUTORA: HANNA OKTABA**

México, D.F.

2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

El autor de este trabajo agradece el apoyo económico recibido de la Dirección General de Estudios de Posgrado a través de la Beca Nacional para Estudios de Posgrado.

Asimismo agradece la guía y asesoría de la Dra. Hanna Oktaba y el Dr. Fernando Gamboa Rodríguez.

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 CMM.....	1
1.2 Usabilidad y la WWW .....	1
1.3 Objetivos de este trabajo .....	2
<b>CAPÍTULO 2. CMM NIVEL 2</b> .....	<b>3</b>
2.1 ¿Qué es el Modelo de Madurez en Capacidad (CMM)? .....	3
2.1.1 Breve historia del CMM .....	3
2.2 Estructura del documento que conforma el CMM.....	3
2.2.1 Los niveles de madurez del CMM .....	4
2.2.1.1 Las áreas clave de procesos de cada nivel de madurez .....	4
2.3 CMM nivel 2 .....	5
2.3.1 Áreas clave de CMM nivel 2 .....	5
2.4 Comentarios finales.....	5
<b>CAPÍTULO 3. DIAGRAMAS DE ACTIVIDADES</b> .....	<b>7</b>
3.1 Descripción general .....	7
3.1.1 ¿Qué es UML? .....	7
3.2 Elementos empleados en los Diagramas de Actividades.....	7
3.2.1 Actores y carriles .....	7
3.2.2 Actividades.....	8
3.2.2.1 Subactividades.....	8
3.2.2.2 Colaboración entre actores para realizar la misma actividad .....	9
3.2.3 Transiciones y estados inicial y final .....	9
3.2.4 Líneas de sincronización .....	10
3.2.5 Decisiones .....	10
3.2.6 Productos.....	11
3.2.7 Ayudas contextuales.....	13
3.3 Estructura del modelo gráfico que representa al CMM (nivel 2).....	13
3.3.1 Metodología para la construcción de los diagramas de actividades auto-contenidos .....	14
3.4 Comentarios finales.....	14
<b>CAPÍTULO 4. ESTRUCTURA GENERAL DEL SITIO WEB</b> .....	<b>17</b>
4.1 Descripción del sitio WEB .....	17
4.1.1 Zona del árbol del sitio.....	18
4.1.2 Zona de trabajo.....	19
4.1.3 Barra de herramientas .....	19
4.1.3.1 Esquema del diagrama .....	20
4.1.4 Ayudas contextuales.....	20
4.2 Tecnologías empleadas para la construcción del sitio WEB .....	21
4.2.1 HTML .....	21
4.2.2 JavaScript .....	22
4.3 Comentarios finales.....	23



---

<b>CAPÍTULO 5. ÁREAS CLAVE DEL NIVEL 2 DEL CMM</b> .....	25
5.1 Comentarios finales .....	26
<b>CAPÍTULO 6. PROCESO DE DESARROLLO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SITIO WEB</b> .....	27
6.1 El Proceso Unificado de Desarrollo de Software .....	27
6.1.1 El PU es un proceso de desarrollo guiado por los casos de uso .....	27
6.1.2 El PU se centra en la arquitectura del sistema .....	28
6.1.3 El PU es iterativo e incremental .....	28
6.2 Aplicación del PU al desarrollo del sitio WEB .....	29
6.2.1 Fase de inicio .....	29
6.2.2 Fase de elaboración .....	30
6.2.3 Fase de construcción .....	31
6.2.4 Fase de transición .....	31
6.2.5 Modelos que describen al sitio WEB .....	32
6.3 Comentarios finales .....	38
<b>CAPÍTULO 7. CRITERIOS DE USABILIDAD APLICADOS EN EL SITIO WEB</b> .....	41
7.1 Usabilidad .....	41
7.2 Los criterios ergonómicos (CE) .....	43
7.2.1 Incitación .....	44
7.2.2 Agrupación/Distinción por localización .....	49
7.2.3 Agrupación/Distinción por formato .....	49
7.2.4 Retroalimentación inmediata .....	51
7.2.5 Legibilidad .....	51
7.2.6 Concisión .....	53
7.2.7 Acciones mínimas .....	53
7.2.8 Densidad de la información .....	53
7.2.9 Acción explícita del usuario .....	56
7.2.10 Control del usuario .....	56
7.2.11 Flexibilidad .....	56
7.2.12 Experiencia del usuario .....	60
7.2.13 Protección contra errores .....	60
7.2.14 Calidad de los mensajes de error .....	60
7.2.15 Corrección de errores .....	61
7.2.16 Consistencia .....	61
7.2.17 Significación de códigos .....	63
7.2.18 Compatibilidad .....	63
7.3 Recomendaciones adicionales para el diseño de sitios WEB .....	64
7.4 Diseño gráfico de interfaces .....	65
7.4.1 Simplicidad .....	66
7.4.2 Contraste y Escala .....	66
7.4.3 Color .....	68
7.4.4 Estructura visual .....	68
7.4.5 Modulación .....	71
7.4.6 Construcción de imágenes .....	71
7.5 Accesibilidad .....	74
7.6 Comentarios finales .....	76
<b>CAPÍTULO 8. PRUEBA DE USABILIDAD SIN USUARIOS (EVALUACIÓN HEURÍSTICA)</b> .....	77
8.1 Evaluaciones heurísticas .....	77
8.1.1 Metodología .....	78
8.2 Modificaciones derivadas de la evaluación heurística .....	78
8.3 Comentarios finales .....	81

<b>CAPÍTULO 9. PRUEBA DE USABILIDAD CON USUARIOS (PRUEBA DE DISEÑO)</b> .....	<b>83</b>
9.1 Diseño de la prueba .....	83
9.1.1 Descripción del sistema .....	83
9.1.2 Usuarios para la prueba .....	85
9.1.2.1 Cuestionario de perfil del usuario .....	85
9.1.3 Hipótesis de usabilidad .....	86
9.1.3.1 Script de la prueba .....	87
9.1.3.2 Instrumento .....	91
9.1.4 Monitor de la prueba .....	91
9.1.5 Laboratorio para la prueba .....	94
9.1.6 Registro de la prueba .....	94
9.1.7 Cuestionario de usabilidad .....	96
9.1.8 Requerimientos para la prueba .....	96
9.2 Ensayo previo de una prueba con usuario para revisar el script.....	96
9.3 Resultados de la prueba .....	98
9.3.1 Observaciones de usabilidad .....	98
9.3.2 Reporte general de usabilidad .....	98
9.3.3 Reporte de desempeño .....	103
9.3.4 Recomendaciones de usabilidad .....	103
9.4 Comentarios finales .....	111
<b>CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES</b> .....	<b>113</b>
10.1 Discusión final.....	113
10.2 Conclusiones .....	113
10.3 Trabajos futuros .....	114
<b>APÉNDICE A. DETALLE DEL MODELO DE DISEÑO DEL SITIO WEB</b> .....	<b>115</b>
<b>APÉNDICE B. RESULTADOS DETALLADOS DE CADA UNA DE LAS SESIONES DE LA PRUEBA DE USABILIDAD CON USUARIOS</b> .....	<b>147</b>
A.1 Usuario 1 .....	147
A.2 Usuario 2 .....	151
A.3 Usuario 3 .....	156
A.4 Usuario 4 .....	160
A.5 Usuario 5 .....	164
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>169</b>



# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 CMM

Las presiones debidas al incremento del tamaño del mercado han empujado, durante los últimos quince años, a la industria mundial de desarrollo de software hacia el perfeccionamiento y estandarización de sus procesos de desarrollo, a fin de mejorar sus capacidades en la producción de software de calidad. Actualmente existen varios modelos de procesos basados en experiencias exitosas de la Ingeniería de Software que sirven de guía para implantar mejoras y unificar los criterios de evaluación de las empresas. El modelo estadounidense conocido como *Modelo de Madurez en Capacidad* (Capability Maturity Model o CMM) [CMM 1995] es uno de los ejemplos más reconocidos. Éste es un modelo que ya tiene varios años de ser aplicado en Estados Unidos y otros países, incluyendo América Latina, lo que prueba su aceptación internacional. El CMM fue creado a principios de los años 90's en el Software Engineering Institute, a fin de responder a la necesidad del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de evaluar las capacidades de sus proveedores de software. Su contenido recoge las mejores prácticas en la administración de proyectos de software y la Ingeniería de Software provenientes de grandes empresas. La característica esencial de este modelo es su estructura escalonada que permite guiar el programa de mejora de procesos de las empresas en forma gradual e incremental.

En los últimos años, varias corporaciones internacionales en México, a través de sus filiales, han introducido ideas relacionadas con la mejora de sus procesos de desarrollo de software. Esta situación ha despertado la inquietud y el interés de las empresas mexicanas por mejorar sus propios procesos, basándose en algún modelo de referencia. Así, considerando la creciente demanda nacional por estos modelos, la Dra. Hanna Oktaba se ha planteado como objetivo encontrar formas viables para que los grupos mexicanos de desarrollo de software se capaciten en diferentes modelos de procesos. Con este propósito, se han llevado a cabo proyectos encaminados a desarrollar una representación gráfica que facilite y agilice la asimilación del CMM [Alquicira 2000] [Ramírez 2001].

El presente trabajo se basa en estos modelos gráficos, enriqueciéndolos con la información suficiente, proveniente del documento original, para crear una representación completa y autocontenida del CMM (ver capítulos 3, 4 y 5).

### 1.2 Usabilidad y la WWW

La diversidad de los humanos en habilidades, preparación, motivación, personalidad y estilos de trabajo constituye un reto para los diseñadores de sistemas interactivos. Por este motivo, la retroalimentación proveniente del usuario, durante el proceso de desarrollo, puede aportar información valiosa para que el software se adapte lo mejor posible a sus necesidades. Así, en general, cuanto más *usable* sea una aplicación, con mayor facilidad permitirá que el usuario efectúe su tarea [Shneiderman 1998].

El objetivo de una aplicación usable es contribuir a que el usuario realice su tarea fácilmente, en un mínimo de tiempo y esfuerzo, evitándole frustración, incomodidad y tensión [Pearrow 2000]. Este tipo de aplicaciones resultan fáciles de usar y comprender, generando en el usuario sentimientos positivos de éxito, aptitud, eficiencia y claridad. Los usuarios pueden predecir acertadamente que pasará como respuesta a cada una de sus acciones. De esta forma, la interfaz prácticamente desaparece por lo que el usuario puede concentrarse exclusivamente en su tarea y no en la herramienta que emplea [Shneiderman 1998].

Por otro lado, la WWW es una inmensa y creciente colección de documentos interconectados mediante hiperligas, creados por autores independientes, y accesibles a través de una red electrónica de comunicaciones: la Internet. Cualquiera puede publicar documentos en la WWW, evitando el proceso tradicional de edición y publicación, típico de la industria editorial. Lo anterior incrementa la posibilidad de encontrar información en la red con una pobre calidad en contenido y presentación. No obstante, el campo de la Ingeniería de Usabilidad puede ayudar a los autores de estos documentos en la creación de publicaciones de calidad [Forsythe et. al. 1998].

En este trabajo se construye un sitio WEB para difundir el modelo gráfico que representa al CMM (ver capítulo 5). Con el propósito de garantizar que este sistema cumpla realmente con su objetivo, durante su construcción se atienden los criterios de usabilidad provenientes de la literatura que aplican para este tipo de sitios WEB (ver capítulo 7). Asimismo, se llevan a cabo pruebas de usabilidad para verificar la efectividad de su diseño (ver capítulos 8 y 9).

### 1.3 Objetivos de este trabajo

El presente trabajo persigue los siguientes objetivos principales:

1. Construir un sitio WEB para la difusión y asimilación del modelo de procesos de desarrollo de software del CMM, representándolo gráficamente, y que refleje su contenido de forma clara y suficiente. Se parte de las propuestas contenidas en [Alquicira 2000] y [Ramírez 2001], complementándolas con toda la información, proveniente del documento original, que se requiere para obtener un modelo del CMM completo y autocontenido. Conviene aclarar que en este trabajo sólo se incluye el nivel 2 de madurez del CMM.
2. Adecuar la especificación de los diagramas de actividades de UML a fin de obtener el medio más simple y sencillo para la representación gráfica del CMM.
3. Hacer completamente independiente la instalación del sitio WEB de cualquier servidor de Internet para conseguir la mayor portabilidad posible. De esta forma, se requiere satisfacer un sólo requerimiento: la existencia de un navegador de Internet instalado en la computadora del usuario, independientemente de que el sitio se consulte localmente o en Internet.
4. Garantizar la accesibilidad del sitio WEB al soportar los navegadores más difundidos como Microsoft Internet Explorer® y Netscape®, desde sus versiones más comunes hasta las más recientes, preservando la consistencia del sitio en apariencia y funcionalidad.
5. Consultar la literatura en busca de principios de diseño que fomenten la usabilidad que se requiere en sitios WEB de este tipo. Considerar estos lineamientos durante la elaboración del sitio WEB.
6. A fin de verificar la efectividad del diseño del sitio WEB, aplicar pruebas de usabilidad con y sin usuarios. Mediante la prueba sin usuarios se pretende corregir los problemas más serios que puedan comprometer el éxito de la prueba de usabilidad con usuarios. En todo caso, ambas evaluaciones contribuirán a obtener un producto de calidad en términos de usabilidad. Asimismo, interpretar y analizar los resultados arrojados por las pruebas, e implementar las modificaciones que resulten.

Este trabajo se compone de los siguientes capítulos: *CMM nivel 2* (ver capítulo 2) que explica en qué consiste el modelo de procesos de desarrollo de software del CMM, haciendo énfasis en algunos detalles acerca del nivel 2 de madurez ; *Diagramas de actividades* (ver capítulo 3) que explica las adecuaciones que se proponen a la especificación de UML para los diagramas de actividades, con el propósito de contar con una representación gráfica del CMM lo más simple y sencilla posible ; *Estructura general del sitio WEB* (ver capítulo 4) que describe el sitio WEB desarrollado en este trabajo ; *Áreas clave del nivel 2 del CMM* (ver capítulo 5) que reproduce la traducción al español del nivel 2 del CMM, resaltando aquellas porciones del documento que se encuentran reflejadas de alguna manera en el modelo gráfico del CMM del sitio WEB ; *Proceso de desarrollo para la construcción del sitio WEB* (ver capítulo 6) que describe el proceso de desarrollo seguido durante la elaboración del sitio WEB ; *Criterios de usabilidad aplicados en el sitio WEB* (ver capítulo 7) que enumera los principios de diseño encontrados en la literatura y aplicados para fomentar la usabilidad del sitio WEB ; *Prueba de usabilidad sin usuarios (Evaluación Heurística)* (ver capítulo 8) que reporta la evaluación experta llevada a cabo con el propósito de corregir los problemas más serios que puedan comprometer el éxito de la prueba de usabilidad con usuarios ; *Prueba de usabilidad con usuarios (Prueba de Diseño)* (ver capítulo 9) que detalla la prueba de usabilidad con usuarios conducida a fin de verificar la efectividad del diseño del sitio WEB ; *Resultados detallados de cada una de las sesiones de la prueba de usabilidad realizada* (ver apéndice B) que enumera los resultados obtenidos de cada una de las sesiones de la prueba de usabilidad con usuarios ; y finalmente, las *Conclusiones* de este trabajo (ver capítulo 10).

Asimismo, se incluye un CD con la siguiente información adicional:

1. La versión electrónica del capítulo *Áreas clave del nivel 2 del CMM* (capítulo 5), en la que es posible rastrear la correspondencia entre porciones de texto del documento original del CMM y elementos en el modelo gráfico del sitio WEB (ruta <unidadCD>:\Cap5\_AreasClaveDelNivel2).
2. El sitio WEB de este trabajo en su versión anterior a la aplicación de las pruebas de usabilidad con usuarios (ruta <unidadCD>:\SitioWEB\AntesDePruebaUsabilidad).
3. El sitio WEB en su versión definitiva (ruta <unidadCD>:\SitioWEB\Definitivo).

# CAPÍTULO 2

## CMM NIVEL 2

En los últimos quince años, la industria mundial de desarrollo de software se ha preocupado por perfeccionar sus procesos de desarrollo a fin de mejorar sus capacidades en la producción de software de calidad. Actualmente existen varios modelos de procesos basados en experiencias exitosas de la Ingeniería de Software que sirven de guía para implantar mejoras y unificar los criterios de evaluación de las empresas. El modelo estadounidense conocido como *Modelo de Madurez en Capacidad* (Capability Maturity Model o CMM) [CMM 1995] es uno de los ejemplos más reconocidos.

El CMM es un modelo que ya tiene varios años de ser aplicado en Estados Unidos y otros países, incluyendo América Latina, lo que prueba su aceptación internacional; asimismo, es un modelo escalonado, lo que permite guiar el programa de mejora de procesos de las empresas en forma gradual e incremental.

En este capítulo se explica brevemente en qué consiste el CMM (ver incisos 2.1 y 2.2), y se detalla, en particular, la estructura del nivel 2 (ver inciso 2.3), pues esta parte del CMM es la única que se implementa en el sitio WEB de este trabajo.

### 2.1 ¿Qué es el Modelo de Madurez en Capacidad (CMM)?

El CMM [CMM 1995], desarrollado en EU, es un modelo que constituye una guía de buenas prácticas en la administración y desarrollo de proyectos de software. En particular, se enfoca en la mejora de los procesos de software en forma escalonada y ascendente. Cabe mencionar que no especifica explícitamente cómo llevarlo a cabo, sino que establece únicamente qué debe cumplirse para cada área de proceso a fin de que una organización alcance un determinado nivel de madurez.

Este modelo puede resultar de utilidad para los siguientes grupos

1. Grupos de aseguramiento de calidad, en la identificación de fortalezas y debilidades en su organización.
2. Equipos de evaluación, en la identificación de contratistas confiables.
3. Niveles superiores de la organización, en el lanzamiento de programas de mejora para sus procesos de software.
4. Personal técnico y grupos de procesos, en la definición y mejora de los procesos de software de su organización.

#### 2.1.1 Breve historia del CMM

noviembre de 1986	A petición del gobierno de EU, el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) y la Corporación MITRE empiezan el desarrollo de un esquema de proceso de madurez.
septiembre de 1987	El SEI publica una descripción breve del esquema de proceso de madurez de software [Humphrey 1987].
1989	La descripción anterior es ampliada en el libro de Humphrey "Administrando el Proceso de Software" [Humphrey 1989].
1991	El SEI desarrolla la primera versión del CMM.
1993	El SEI libera la versión 1.1 del CMM.

Nota: Este trabajo se basa en la versión de 1993 del CMM.

### 2.2 Estructura del documento que conforma el CMM

El documento que constituye al CMM está estructurado en cinco niveles de madurez, los cuales, a excepción del primer nivel, se componen de un *resumen* y de *áreas clave de procesos*. Cada una de las áreas clave poseen las siguientes propiedades: *contexto*, *metas* y *prácticas clave*. Las prácticas clave, a su vez, son de los siguientes tipos: *compromisos*

que deben asumirse para garantizar el establecimiento del proceso; *habilidades* que deben adquirirse previamente; *actividades específicas* para implementar cada área clave; *mediciones y análisis* que permiten determinar, controlar y mejorar el estado del proceso; y *verificaciones* que ayudan a garantizar que las actividades se realicen de acuerdo a lo establecido.

Notas adicionales:

1. El contexto está integrado por el objetivo del área clave, así como por los conceptos que resumen los aspectos relevantes del área.
2. Las prácticas clave pueden dividirse, a su vez, en subprácticas.
3. En algunos casos se incluyen, además, definiciones de conceptos, referencias cruzadas y ejemplos.

### 2.2.1 Los niveles de madurez del CMM

Los cinco niveles de madurez que componen al CMM son: *Inicial*, *Repetible*, *Definido*, *Administrado* y *Optimizado*. El CMM propone que las organizaciones vayan alcanzando cada uno de estos niveles de madurez de manera progresiva y secuencial, a partir del nivel *Repetible*.

Una organización habrá alcanzado un determinado nivel de madurez si...

Nivel 2. Repetible	...sus procesos básicos de administración de proyecto están establecidos en lo referente al control de costo, tiempo y funcionalidad.
Nivel 3. Definido	...sus procesos de software tanto de administración como de ingeniería están documentados, estandarizados e implantados a nivel organizacional.
Nivel 4. Administrado	...sus procesos y productos de software se encuentran cuantitativamente controlados.
Nivel 5. Optimizado	...sus procesos se hayan en mejora continua, por medio de una retroalimentación cuantitativa.

#### 2.2.1.1 Las áreas clave de procesos de cada nivel de madurez

Las áreas clave indican las partes del proceso de software en las que la organización debe enfocar su atención. En cada una se proponen prácticas para lograr ciertas metas. Se considera que la organización ha implantado una determinada área clave si ha cumplido todas sus metas.

Las áreas clave de cada uno de los niveles de madurez son las siguientes:

Nivel 2. Repetible	Administración de requisitos Planeación del proyecto de software Seguimiento y control del proyecto de software Administración de subcontratistas de software Aseguramiento de calidad de software Administración de configuraciones de software
Nivel 3. Definido	Enfoque de la organización mediante procesos Definición del proceso para la organización Programa de capacitación Administración integral de software Ingeniería de producto de software Coordinación entre grupos Revisiones entre colegas
Nivel 4. Administrado	Administración cuantitativa de procesos Administración de calidad de software
Nivel 5. Optimizado	Prevención de defectos Administración de cambio de tecnología Administración de cambio de proceso

## 2.3 CMM nivel 2

En una organización que ha alcanzado el nivel 2 de madurez de CMM, la administración del proyecto da seguimiento a costos calendario y funcionalidad, e identifica los problemas relacionados con estos aspectos en el momento en que ocurren. Asimismo, se planean y administran los proyectos considerando experiencias exitosas anteriores.

### 2.3.1 Áreas clave de CMM nivel 2

**Administración de requisitos.** Esta área se relaciona con el establecimiento de un acuerdo común entre el cliente y el equipo de proyecto acerca de los requisitos del cliente y cuya vigencia corresponde al ciclo de vida del proyecto. Este acuerdo es la base para estimar, planear, desarrollar y dar seguimiento al proyecto durante su ciclo de vida. Se debe seguir una política organizacional escrita para administrar los requisitos del sistema asociados al software. Es indispensable revisar los requisitos con el cliente, generar la documentación sobre ellos y establecer un control de cambios.

**Planeación del proyecto de software.** Se establecen planes para realizar la Ingeniería de Software y para administrar el proyecto de software. Se estima el tamaño de los productos de trabajo y los recursos necesarios para generarlos, asimismo se identifican y evalúan los riesgos.

**Seguimiento y control del proyecto de software.** Se obtiene una visión oportuna del avance real del proyecto a fin de tomar las medidas adecuadas ante desviaciones respecto al plan original. Estas acciones podrían consistir, en última instancia, en replanear el resto del trabajo.

**Administración de subcontratistas de software.** Se seleccionan subcontratistas de software con base en su habilidad para desarrollar el trabajo, y se administran sus actividades de manera efectiva. Se establecen compromisos con el subcontratista, y se efectúa un seguimiento y revisiones del desempeño de éste. Finalmente, el contratista asegura que los productos de software entregados por el subcontratista satisfacen sus criterios de aceptación.

**Aseguramiento de calidad de software.** Se realizan revisiones y auditorías a los productos y actividades de software, a fin de verificar su apego a los estándares y procesos establecidos.

**Administración de configuraciones de software.** Se mantiene la integridad de los productos de software durante el ciclo de vida del proyecto, a través de un control de cambios.

## 2.4 Comentarios finales

Considerando la creciente demanda nacional por modelos de referencia como el CMM, la Dra. Hanna Oktaba se ha planteado como objetivo encontrar formas viables para que los grupos mexicanos de desarrollo de software se capaciten en diferentes modelos de procesos. Con este propósito, se han llevado a cabo proyectos encaminados a desarrollar una representación gráfica que facilite y agilice la asimilación del CMM [Alquicira 2000] [Ramírez 2001]. El presente trabajo se basa en estos modelos gráficos, enriqueciéndolos con la información suficiente para crear una representación completa y autocontenida del CMM.

En el capítulo 3 se detallan las características de los diagramas empleados para representar al CMM, así como la relación de cada elemento gráfico con las entidades presentes en el CMM. Además, el capítulo 4 describe el sitio WEB elaborado como parte de este trabajo; en éste se encuentra el modelo gráfico que representa al CMM. Asimismo, en el capítulo 5 se encuentra la traducción al español del nivel 2 del CMM, resaltando en este documento aquellas porciones que están presentes de alguna manera en el modelo gráfico del sitio WEB.





# CAPÍTULO 3

## DIAGRAMAS DE ACTIVIDADES

Debido a sus características, se han empleado los diagramas denominados *de actividades* para representar los procesos relacionados con el CMM [Alquicira 2000] [Ramírez 2001]. Estos diagramas se basan en la especificación de UML [OMG 2001], sin embargo, para este trabajo se han realizado algunas modificaciones en su apariencia y algunas adiciones a su semántica; todo lo anterior con objeto de ofrecer al usuario una representación completa y autocontenida del CMM lo más simple y legible posible.

En este capítulo se exponen las modificaciones que se proponen a la especificación de UML para los diagramas de actividades (ver incisos 3.1 y 3.2), así como la metodología para obtener los diagramas de actividades que representan de manera completa y autocontenida al CMM (ver inciso 3.3).

### 3.1 Descripción general

Los *diagramas de actividades* son uno de los cinco diagramas que ofrece UML para el modelado de los aspectos dinámicos de un sistema. Un diagrama de actividades es, esencialmente, una representación que enfatiza las actividades que tienen lugar de manera interna en un proceso a lo largo del tiempo. Representa la máquina de estados de un proceso determinado, en la que cada estado representa una actividad, y las transiciones entre éstas ocurren inmediatamente después de la conclusión de la actividad anterior.

En este tipo de diagramas figuran explícitamente los actores responsables de cada actividad. Además, debido a que se considera el tiempo como una variable adicional, cada una de las actividades queda claramente colocada respecto a las demás en un espacio bidimensional ActorResponsable-MomentoDeEjecución. Así, las preguntas ¿Qué hace quién? y ¿En qué momento lo hace, dentro de la secuencia de actividades? quedan claramente resueltas. De esta forma, es posible contar con una vista que refleja a la vez tanto el comportamiento dinámico de un sistema como la manera como deben interactuar los actores involucrados.

#### 3.1.1 ¿Qué es UML?

El Lenguaje Unificado de Modelado (Unified Modeling Language, UML) constituye un lenguaje de propósito general para la especificación, visualización, construcción y documentación tanto de la estructura como del funcionamiento de sistemas, principalmente de software [OMG 2001]. Éste es uno de los lenguajes de modelado más difundidos en la práctica profesional.

Entre sus características principales, se encuentran las siguientes:

1. Pueden construirse modelos estáticos, de comportamiento, de casos de uso y arquitectónicos. Mediante estos modelos se describe tanto la estructura estática como el comportamiento dinámico de un sistema. El objetivo de modelar un sistema desde diferentes puntos de vista es permitir su comprensión para diferentes propósitos.
2. Las notaciones gráficas empleadas en la construcción de los modelos son intuitivas para sus usuarios.

### 3.2 Elementos empleados en los Diagramas de Actividades

Los elementos presentes en los diagramas de actividades que se usan en este trabajo se enumeran y describen a continuación. Asimismo, se indican los casos en que la notación empleada difiera de la establecida por UML (versión 1.4).

#### 3.2.1 Actores y Carriles

Los actores son las entidades responsables de ejecutar un subconjunto de actividades dentro de un diagrama determinado. Con este propósito, los diagramas de actividades pueden dividirse en franjas verticales o *carriles* que se asocian a cada

*actor* (Fig. 3.1). De esta manera se establece que las actividades que descansan en un carril determinado son realizadas por el actor asociado.

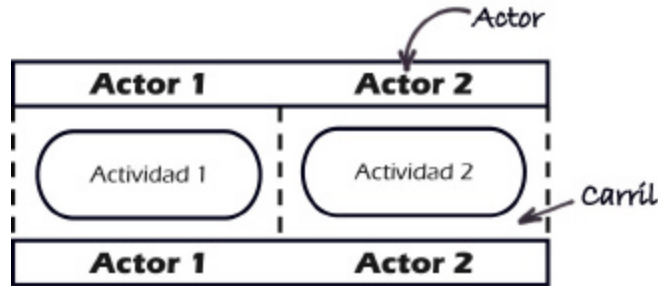


Fig. 3.1 Carriles y actores dentro de un diagrama de actividades.

La notación que emplea UML para los carriles (Fig. 3.2a) difiere ligeramente de la empleada en este trabajo (Fig. 3.2b). Notar que las diferencias se concentran en el tipo de línea empleada y en la inclusión de encabezados en los carriles con el nombre de los actores. Además, con el objeto de facilitar su legibilidad dentro de páginas WEB, se duplica el encabezado en la parte inferior de los carriles.

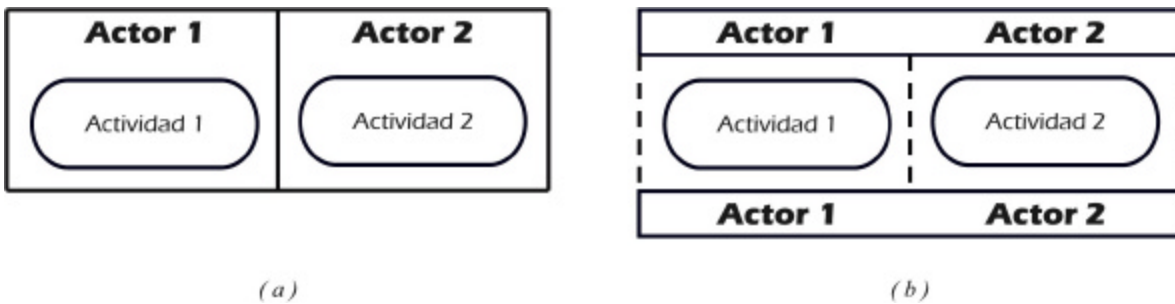


Fig. 3.2 Notación empleada por UML para los carriles (a), y la empleada en este trabajo (b).

### 3.2.2 Actividades

Las *actividades* representan la ejecución de un conjunto de acciones que dan como resultado un cambio en el estado del sistema o la creación de un nuevo producto (Fig. 3.3).



Fig. 3.3 Representación gráfica de una actividad.

#### 3.2.2.1 Subactividades

Cada una de las acciones de las que se compone una actividad determinada pueden ser representadas, a su vez, como un grupo de actividades. Por esta razón, una actividad puede involucrar un diagrama de actividades completo, lo que conduce al anidamiento de diagramas de actividades. Con este propósito, se introducen las *subactividades* para indicar la invocación de un diagrama de actividades anidado.

La notación de UML para las subactividades difiere de la empleada en este trabajo (Figs. 3.4a y 3.4b). Mientras que UML incluye un icono distintivo en la parte inferior derecha de la representación gráfica de las actividades (Fig. 3.4a), en este trabajo se identifican por la presencia de un halo de color azul (hiperliga) alrededor de éstas (Fig. 3.4b).

En el sitio WEB de este trabajo bastará con hacer clic en una subactividad para mostrar el diagrama de actividades que representa.



Fig 3.4 Notación empleada por UML para las subactividades (a) y la empleada en este trabajo (b).

### 3.2.2.2 Colaboración entre actores para realizar la misma actividad

Aunque este caso no figura en la especificación original de UML, se considera útil representar la colaboración entre actores para realizar una misma actividad. Este efecto se logra haciendo que dicha actividad descansa sobre los carriles de los actores involucrados al mismo tiempo (Fig. 3.5).



Fig. 3.5 Ejecución de una actividad por más de un actor.

### 3.2.3 Transiciones y estados inicial y final

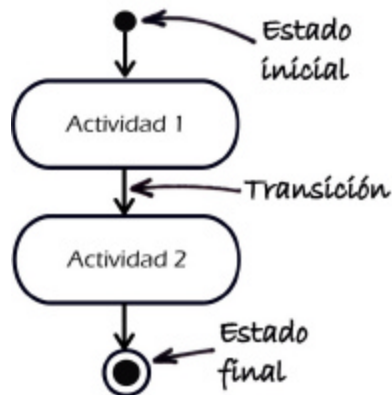


Fig. 3.6 Transiciones entre actividades mediante flechas, así como los estados inicial y final.

Una vez concluida una actividad, se realiza inmediatamente la siguiente, y así sucesivamente. Esta sucesión en el flujo de actividades se representa mediante flechas o *transiciones*, las cuales marcan el sentido de dicho flujo.

Adicionalmente, en cada diagrama la sucesión de actividades necesariamente tienen un inicio y, muy posiblemente, un final (a menos de que se trate de un ciclo infinito). En la figura 3.6 se muestran las notaciones empleadas para indicar las transiciones entre actividades, así como los estados de inicio y finalización de todo el conjunto de actividades.

### 3.2.4 Líneas de sincronización

Las actividades pueden distribirse en un arreglo secuencial o paralelo. El segundo tipo de arreglo hace uso de *líneas de sincronización* para su representación. Las líneas de sincronización son líneas horizontales las cuales indican que se deben concluir las actividades ubicadas en la parte superior antes de iniciar el grupo de actividades que se encuentran en la parte inferior. La bifurcación del flujo de actividades que conduce a un arreglo paralelo tendrá lugar después de una línea de sincronización; de igual manera, la restitución (o unión) del flujo a un arreglo secuencial ocurrirá después de una línea de sincronización. Notar que si las transiciones entre actividades son verticales, las líneas de sincronización serán horizontales, y viceversa.

En la figura 3.7 se indica que después de la Actividad 1, las Actividades 2 y 3 se realizan simultáneamente. Posteriormente, y sólo después de haber finalizado completamente tanto la Actividad 2 como la 3, se procede a realizar la Actividad 4 y, finalmente la Actividad 5.

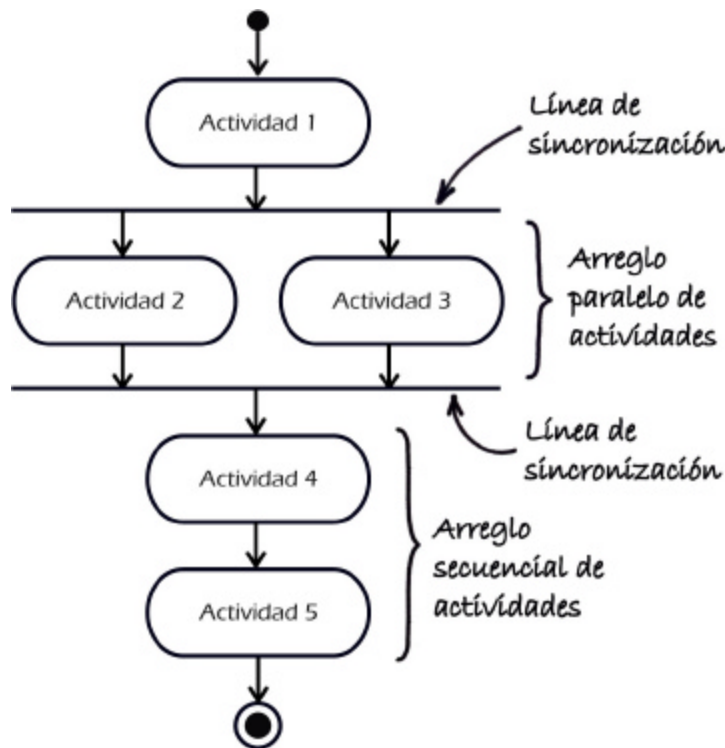


Fig. 3.7 Arreglos secuenciales y paralelos de actividades mediante líneas de sincronización.

### 3.2.5 Decisiones

El flujo de actividades puede tomar caminos alternativos en función del cumplimiento de alguna condición. Esta bifurcación (o *decisión*) se representa mediante un diamante (Fig. 3.8). Los ciclos iterativos pueden representarse con la ayuda de este elemento. Notar que el número de caminos alternativos después de una decisión pueden ser dos o más. Este mismo elemento gráfico puede usarse para fusionar el flujo de varias transiciones en uno sólo (Fig. 3.9).

UML especifica que las condiciones de cada transición que sale de una decisión deben escribirse encerradas entre corchetes ( [ ] ), sin embargo, en este trabajo se ha decidido omitirlos (Fig. 3.8)

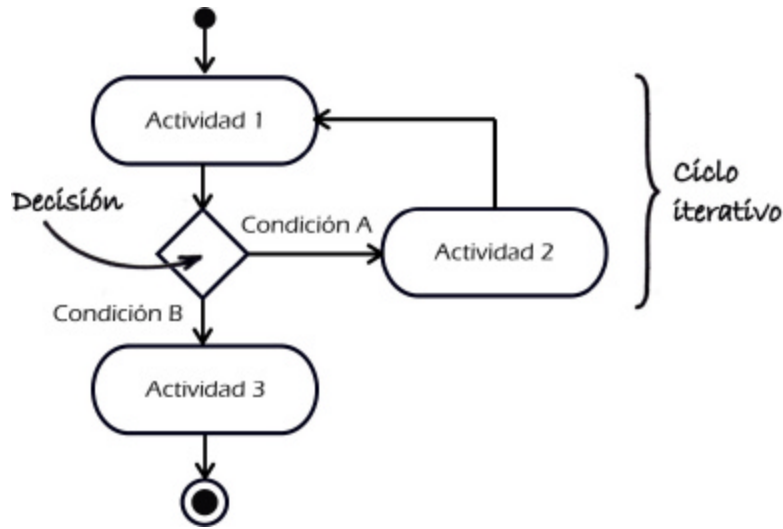


Fig. 3.8 Decisión dentro de un diagrama de actividades, y la representación de un ciclo iterativo.

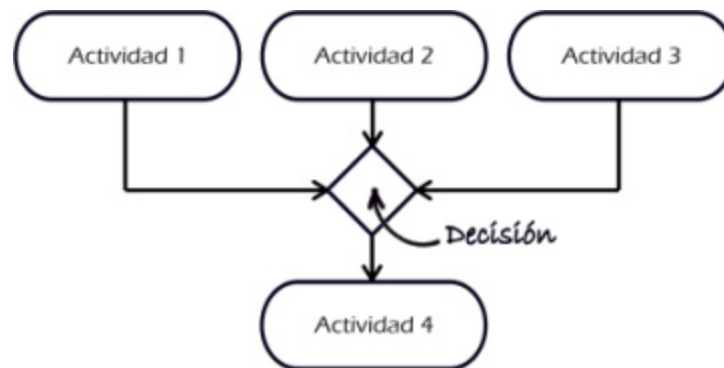



Fig. 3.9 Fusión del flujo de tres transiciones en una a través de una decisión. Notar que no se requiere colocar ninguna leyenda en las transiciones que llegan o salen de la decisión.

### 3.2.6 Productos

Si una actividad da como resultado la creación o modificación de un producto, o bien, si necesita para su ejecución uno como entrada, éste se incluirá en el diagrama de actividades. La representación gráfica de estos productos (u *objetos*) se hará mediante un rectángulo con el nombre de éste en su interior (Fig. 3.10). Notar que los productos no están necesariamente relacionados con el carril sobre el cual descansan, sino que únicamente interesa su relación con las actividades con las que se conecta. UML especifica una línea discontinua para las flechas que relacionan a los productos con las actividades (Fig. 3.11a), mientras que en este trabajo se ha elegido una apariencia punteada (Fig. 3.11b).

Cuando un producto se crea en un diagrama diferente del actual, es posible dirigirse a este primer diagrama al hacer clic en la liga  que se encuentra en la esquina superior izquierda del producto. Notar que sólo los productos que no son generados en el diagrama actual presentan esta liga (Fig. 3.12).

Dado que un producto puede cambiar su estado a lo largo de la ejecución de las actividades de un diagrama, interesará indicar explícitamente su estado actual cada vez que aparezca en dicho diagrama. UML especifica que el estado de un producto se indicará mediante el uso de corchetes ( [ ] ) (Fig. 3.13a); sin embargo, en este trabajo se hace mención del estado de un producto mediante lenguaje natural (Fig. 3.13b).

Finalmente, UML establece que cuando una actividad produce un producto, el cual a su vez es la entrada de la siguiente actividad, se omite la transición entre actividades (Fig. 3.14a). Sin embargo, en este trabajo se ha decidido dejar explícita la indicación de todas las transiciones, aún las que coinciden con este caso (Fig. 3.14b).

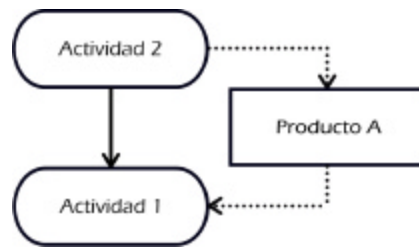


Fig. 3.10 Representación de productos (u objetos).



Fig. 3.11 Notación empleada por UML para las flechas asociadas a los productos (a) y la empleada en este trabajo (b).



Fig. 3.12 Indicación de la liga "Ir al origen de este producto". Sólo los productos que no son generados en el diagrama actual presentan esta liga.

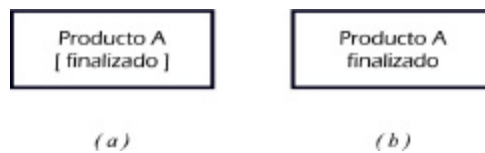


Fig. 3.13 Notación empleada por UML para indicar el estado de un producto (a) y la empleada en este trabajo (b).

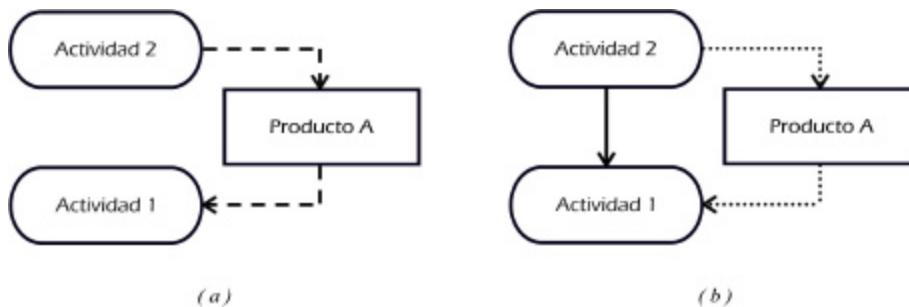


Fig. 3.14 Notación empleada por UML para el caso en que un producto se encuentra entre dos actividades consecutivas (a) y la empleada en este trabajo para el mismo caso (b).

### 3.2.7 Ayudas contextuales

Estos elementos son porciones de texto que proporcionan información adicional acerca de algún elemento (actividad, producto o actor) presente en el diagrama de actividades. Tienen su equivalente en las *notas* de UML, sin embargo se diferencian de éstas en que inicialmente no se encuentran visibles en el diagrama sino hasta la invocación explícita por parte del usuario mediante un clic del ratón. Además las ayudas contextuales, a diferencia de las notas de UML, poseen un encabezado en el cual se reitera el nombre del elemento con el cual se encuentran asociadas (Fig. 3.15).

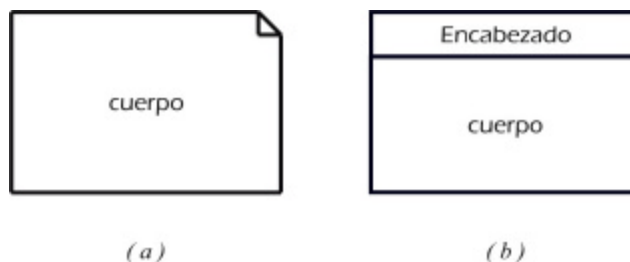


Fig. 3.15 Notación empleada por UML para las notas (a) y la empleada en este trabajo para las ayudas contextuales (b).

Las actividades y productos que presentan el icono de información ⓘ, así como las palabras en color azul (hipertextos), tienen una ayuda contextual asociada a éstos (Fig. 3.16).

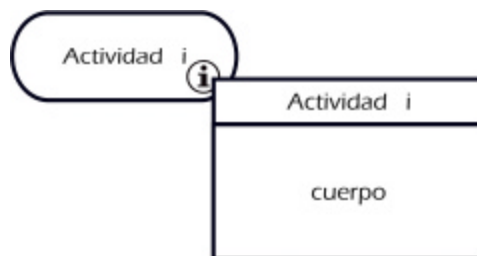


Fig. 3.16 Ayuda contextual asociada al icono de información.

### 3.3 Estructura del modelo o gráfico que representa al CMM (nivel 2)

Para desarrollar los diagramas de actividades (modelo gráfico) de cada área clave de procesos del nivel 2 de CMM, es necesario aplicar un proceso de "ingeniería inversa" [Alquicira 2000] y [Ramírez 2001], analizando el documento original (modelo textual) para identificar elementos de diagramas de actividades como los siguientes:

Elementos en CMM	Elementos de diagramas de actividades
Roles explícitamente indicados	Actores y Carriles
Prácticas clave	Actividades y Subactividades
Productos de trabajo relevantes y sus relaciones de flujo	Productos
Relaciones de flujo de control	Transiciones y Decisiones
Información adicional que clarifique y detalle los elementos anteriores	Ayudas contextuales



### 3.3.1 Metodología para la construcción de los diagramas de actividades auto-contenidos

En los trabajos que preceden a éste, los diagramas constituyen un complemento al modelo textual, sin embargo, a fin de obtener un modelo gráfico autocontenido, en este trabajo se enriquecen los diagramas con la información proveniente del modelo textual que se juzga necesaria. De esta forma, se pretende la asimilación del nivel 2 de CMM a través de este modelo gráfico exclusivamente.

Con este propósito, se parte del modelo gráfico construido en los trabajos previos a esta tesis [Alquicira 2000] y [Ramírez 2001], y a continuación:

1. Se identifica en el modelo gráfico la existencia de puntos poco claros o que no correspondan completamente al modelo textual. Cada punto se revisa con el experto en CMM (Dra. Hanna Oktaba) para su aclaración y correcta interpretación.
2. Se buscan en el modelo textual aquellas partes que no estén presentes explícitamente en el modelo gráfico y se agrupan para asociarse posteriormente con aquella(s) actividad(es) y/o producto(s) que correspondan, mediante ayudas contextuales. Dada la naturaleza oculta de éstos elementos gráficos, el resultado es un conjunto de diagramas que no incluyen demasiados elementos y que contienen, sin embargo, la información necesaria para asimilar el modelo textual del cual provienen. Cabe aclarar que no se pretende incluir toda la información contenida en el modelo textual, sino únicamente la necesaria para lograr la comprensión del aspecto que se aborde en cada caso. Por tanto, en todo momento se tendrá como criterio predominante la brevedad y suficiencia de los textos agregados a los diagramas.
3. Asimismo, se analiza la posibilidad de simplificar algunos diagramas a través de su fusión en uno sólo. Esto último tiene la finalidad de brindar al usuario una vista lo más completa y panorámica posible del aspecto del CMM que se trate en cada caso.

Así, una vez concluido el nuevo modelo gráfico, se pueden distinguir los siguientes aspectos de CMM en él (ver inciso 2.2):

1. Cada *nivel de madurez* de CMM (en este trabajo únicamente se considera el nivel 2) se representa mediante un diagrama de actividades
2. En el diagrama mencionado en el punto anterior figuran, a su vez, como subactividades cada una de las *áreas clave* de las que se compone el *nivel de madurez* considerado. Asimismo, en este diagrama se muestran, explícitamente como productos, los productos de trabajo más importantes y su relación con las *áreas clave* respectivas.
3. Los conceptos contenidos en el *contexto*, *metas* y las *prácticas clave* del tipo *compromiso* de cada *área clave* de CMM aparecen en ayudas contextuales asociadas a la subactividad que representa dicha *área clave*, o bien asociadas a *prácticas clave* de CMM (representadas gráficamente mediante actividades).
4. Las *prácticas clave* del tipo *habilidad*, *actividad específica*, y *medición y análisis*, que constituyen la parte central del modelo textual de CMM, en su mayoría, se representan de manera gráfica mediante actividades. Asimismo, la información adicional relevante asociada con cada una de estas prácticas se incluye mediante ayudas contextuales asociadas la actividad respectiva.
5. En los casos en que una *práctica clave* se subdivide en *subprácticas*, se recurre al anidamiento de diagramas de actividades a través de subactividades.
6. Las referencias cruzadas entre *prácticas clave* se consideran mediante hiperligas contenidas en ayudas contextuales.
7. Cabe aclarar que el orden de la sucesión de actividades, así como en algunos casos su asignación a un actor determinado, constituyen únicamente sugerencias de los autores de estos diagramas. Es decisión de quien interpreta los diagramas la secuencia en que finalmente se ejecutarán las actividades, y quién será el responsable de efectuarlas. De hecho, algunas actividades indicadas como sucesivas pueden ejecutarse en paralelo, o incluso como parte de procesos previos; este es el caso de las actividades de los diagramas denominados *habilidades previas*.

### 3.4 Comentarios finales

Los diagramas de actividades ofrecen una vista que refleja a la vez la estructura y la dinámica de un proceso, al igual que la manera como deben interactuar los actores involucrados. Dentro de las modificaciones que se han propuesto a la

especificación de estos diagramas, se ha evitado agregar más elementos gráficos, así que en los casos en que convenga ampliar la información relacionada con alguna actividad, producto o actor, se incluirán ligas que activen ayudas contextuales. Estos elementos (ayudas contextuales) equivalen a las *notas* de la especificación de UML.

En el capítulo 4 se describe el sitio WEB elaborado como parte de este trabajo; en éste se encuentran los diagramas de actividades que representan al CMM. Asimismo, en el capítulo 5 se encuentra la traducción al español del nivel 2 del CMM, resaltando en este documento aquellas porciones que están presentes de alguna manera en los diagramas. Los criterios de diseño gráfico elegidos para construir un sistema de diagramas legible, modular y consistente se enuncian en el inciso 7.4.



# CAPÍTULO 4

## ESTRUCTURA GENERAL DEL SITIO WEB

Dado el nivel de aceptación internacional del CMM, surge la necesidad en las empresas de desarrollo de software en nuestro país de implementar sus prácticas con costos y tiempos viables. Por esta razón, en este trabajo se propone la presentación y difusión de este documento mediante un sitio WEB, cuyas características faciliten a cualquier organización la asimilación de su contenido.

Existen trabajos previos en los que se ha presentado el contenido más relevante del CMM mediante diagramas de actividades de UML [Alquicira 2000] [Ramírez 2001]. El objetivo de estos trabajos es acortar tiempos en la asimilación y aprendizaje del cuerpo de conocimientos contenidos en el CMM. Sin embargo, en estos trabajos aún se considera al documento original del CMM como un complemento de dichos diagramas. El presente trabajo aprovecha las propuestas anteriores, incluyéndolas en un sitio WEB para darles la mayor accesibilidad posible.

Adicionalmente, en este trabajo se agrega a los diagramas más información proveniente del CMM, con la asesoría de un experto en esta materia: la Dra. Hanna Oktaba, de tal forma que pueda prescindirse del uso del documento textual original como complemento, dando como resultado un medio completo y autocontenido de difusión del CMM basado en diagramas de UML. Lo anterior fue posible gracias a la introducción de notas que sólo son visibles mediante una acción explícita del usuario. Estos elementos se denominan en este trabajo *ayudas contextuales* (ver incisos 4.1.4 y 3.2.7). Así, se presenta toda la información que se requiere del CMM, introduciendo la información complementaria en las ayudas contextuales, mientras que los diagramas de actividades sólo presentan la información más relevante.

En este capítulo se presenta una descripción del sitio WEB mencionado anteriormente (ver inciso 4.1), así como las tecnologías que se emplearon para su construcción (ver inciso 4.2). El sitio WEB en su versión definitiva se encuentra en la ruta <unidadCD>:\SitioWEB\Definitivo del CD que acompaña a este trabajo. El lector puede consultar la ayuda que se ofrece en el sitio WEB para examinar con detalle el funcionamiento de cada una sus partes.

### 4.1 Descripción del sitio WEB

El sitio WEB desarrollado como parte de este trabajo consta de tres zonas principales: la zona del árbol del sitio, la zona de trabajo y la barra de herramientas (Fig. 4.1).



Fig. 4.1 Principales zonas del sitio WEB.

#### 4.1.1 Zona del árbol del sitio

El objetivo de esta zona es presentar al usuario el contenido de todo el sitio mediante una estructura jerárquica y gráfica. Dentro de esta zona pueden distinguirse tres elementos básicos: el icono del sitio, el árbol del sitio y el botón de configuración del árbol del sitio (Fig. 4.2).

El **icono del sitio** sirve de distintivo para todo el sitio WEB. Asimismo, es una hiperliga que conduce a la página de bienvenida.

El **árbol del sitio** es una estructura gráfica que presenta ordenadas, en un arreglo padre-hijo, hiperligas hacia todas las páginas que contiene el sitio. Constituye una ayuda particularmente útil para observar el anidamiento de los diagramas de actividades empleados para representar el CMM. El árbol del sitio tiene los siguientes elementos:

1. **Hiperliga "Página inicial"**. Conduce a la página de bienvenida del sitio WEB.
2. **Botones "Abrir/Cerrar ramas"**. Abren/cierran la lista de páginas que posee la página considerada. Notar que se puede explorar la estructura del sitio sin necesidad de abandonar la página actual.
3. **Página actual**. La página que se encuentra resaltada en el árbol del sitio es la que actualmente está visible en la zona de trabajo (ver inciso 4.1.2).
4. **Iconos para cada tipo de página**. El sitio WEB contiene cuatro diferentes tipos de páginas, las cuales se diferencian en el árbol del sitio mediante iconos diferentes. Así, existen páginas textuales, índices, diagramas de actividades y páginas de ayuda.

El botón de configuración del árbol del sitio se emplea para abrir la ventana de configuración del árbol del sitio. En esta ventana aparecen las opciones que controlan el comportamiento y la apariencia del árbol del sitio.

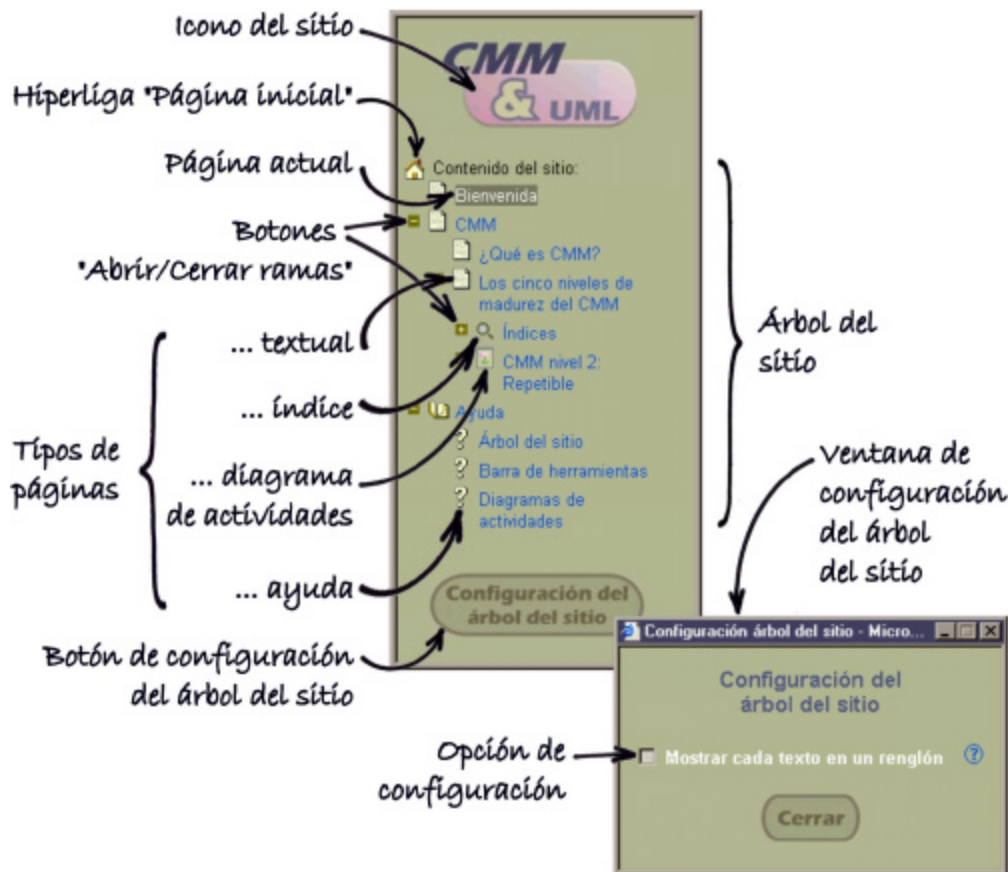


Fig. 4.2 Principales elementos de la zona del árbol del sitio.

4.1.2 Zona de trabajo

En esta zona se muestra el contenido de las páginas que forman el sitio WEB. Notar que la hiperliga de la página que actualmente aparece en la zona de trabajo se muestra resaltada en el árbol del sitio (Fig. 4.2).

4.1.3 Barra de herramientas

Es un conjunto de botones que se mantienen visibles en la esquina superior izquierda de la zona de trabajo (Fig. 4.3). Notar que en algunas páginas no se muestran todos los botones (Fig. 7.15). La barra de herramientas contiene los siguientes botones:

1. **Ocultar/mostrar la barra de herramientas.** Oculta/muestra la barra de herramientas. Notar que aunque en la zona de trabajo se cambie la página actualmente visible, se mantiene la configuración oculta/visible de la barra de herramientas.
2. **Mostrar la página anterior.** Navega hacia la página anterior. Su función es equivalente a la que posee el comando "Atrás" de la mayoría de los exploradores de Internet.
3. **Mostrar la página siguiente.** Navega hacia la página siguiente. Su función es equivalente a la que posee el comando "Adelante" de la mayoría de los exploradores de Internet.
4. **Mostrar el diagrama inmediato superior.** Muestra el diagrama que contiene al diagrama actual, es decir, muestra el diagrama padre. Este diagrama (padre) contiene la subactividad relacionada con el diagrama actual. Este botón sólo se muestra en páginas de diagramas de actividades.
5. **Ruta del diagrama actual.** Muestra la ruta dentro de la estructura del CMM que lleva hasta el diagrama actual. Este sistema de botones contiene hiperligas que conducen a los diagramas padre, y un icono que representa al diagrama actual. Este sistema de botones sólo se muestra en páginas de diagramas de actividades.
6. **Desplazarse al inicio del diagrama.** Muestra la parte inicial del diagrama actual. Este botón sólo se muestra en páginas de diagramas de actividades.
7. **Mostrar el esquema del diagrama.** Muestra una reducción del diagrama actual (esquema del diagrama), marcando con un recuadro la porción actualmente visible (ver inciso 4.1.3.1). Este botón sólo se muestra en páginas de diagramas de actividades.
8. **Ir al índice.** Muestra los índices alfabéticos de los productos y actores que intervienen en los diagramas de actividades. Este botón sólo se muestra en páginas de diagramas de actividades.
9. **Ayuda sobre este sitio WEB.** Muestra la página de ayuda para el sitio WEB.

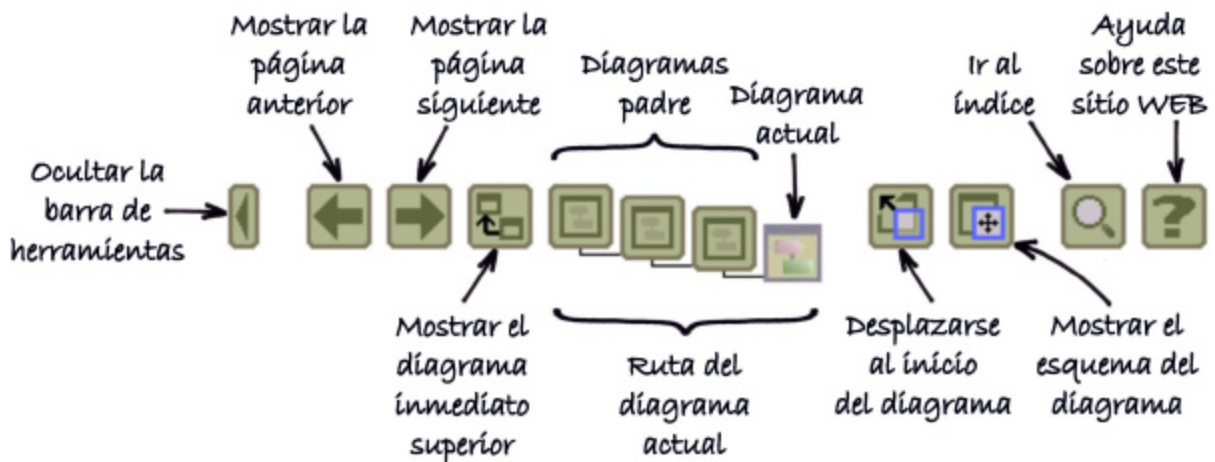


Fig. 4.3 Barra de herramientas.

#### 4.1.3.1 Esquema del diagrama

Además de proporcionar una vista completa de la forma general del diagrama de actividades que se muestra en la zona de trabajo, el esquema del diagrama posee herramientas que permiten el desplazamiento por cualquier región del diagrama.

El esquema del diagrama muestra un recuadro, enmarcado con una línea azul, el cual representa la porción del diagrama de actividades que actualmente se observa en la zona de trabajo. Este recuadro puede arrastrarse con el ratón para mostrar cualquier parte del diagrama. Asimismo, el esquema del diagrama puede trasladarse a cualquier parte de la zona de trabajo, arrastrándolo a partir de cualquier punto fuera del recuadro azul, o bien a partir del botón respectivo (Fig. 4.4).

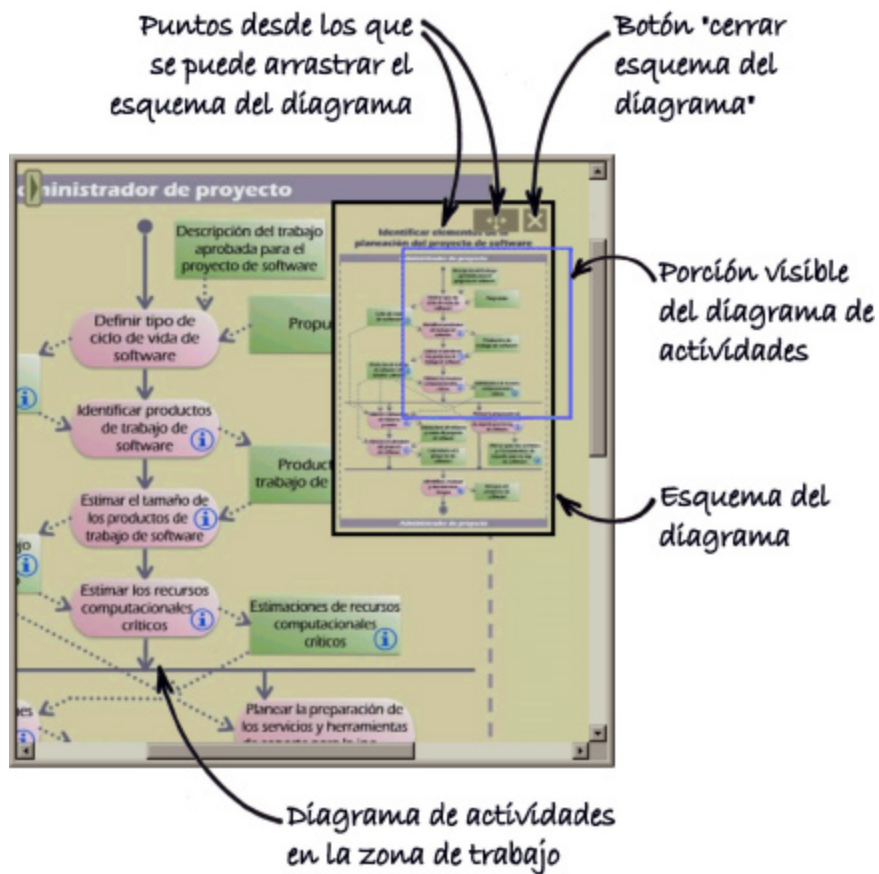


Fig. 4.4 Esquema del diagrama

#### 4.1.4 Ayudas contextuales

Las ayudas contextuales son porciones de texto que el usuario puede consultar al hacer clic en las ligas respectivas. La decisión de colocar parte del documento del CMM en ayudas contextuales, que están ocultas hasta que el usuario las consulta, obedece a la necesidad de no abrumarlo con toda la información disponible. De tal forma que, únicamente se proporciona la información esencial a través de los elementos visibles de los diagramas de actividades, y sólo en los casos en que se requiera mayor información, se consulta en las ayudas contextuales correspondientes.

Todas las ayudas contextuales poseen la misma estructura: barra de título y cuerpo de la ayuda. Asimismo, en la barra del título se reproduce el texto que designa al elemento relacionado con la ayuda contextual (Fig. 4.5).



Fig. 4.5 Ayuda contextual asociada a la actividad "Asignar responsable de analizar los requisitos".

## 4.2 Tecnologías empleadas para la construcción del sitio WEB

El sitio WEB de este trabajo se compone de páginas HTML, controlando todo su comportamiento y funcionalidades por medio de scripts de JavaScript. De esta forma, se reducen al mínimo los requerimientos tecnológicos que deben cumplir los exploradores de Internet que se emplean para examinar el sitio. Así, se garantiza que aún en exploradores relativamente antiguos, y con un mínimo de adiciones, sea posible examinar el sitio WEB con todas sus funcionalidades operando. Cabe mencionar que la apariencia y comportamiento del sitio WEB de este trabajo son los mismos para cualquiera de los exploradores soportados: Microsoft Internet Explorer 4+, Netscape 4 y Netscape 6+.

### 4.2.1 HTML

La información concebida para su publicación global requiere de un lenguaje común, una especie de lengua materna que potencialmente puedan hablar todas las computadoras. El lenguaje de publicación empleado por la World Wide Web es el HTML (Hyper Text Markup Language). Mediante el HTML se expresa la información y las ideas en hipertexto, con base en la filosofía de marcar el significado, en vez de la apariencia, del texto. Es un lenguaje de marcado semántico que resalta de una manera flexible la estructura de un documento, dejando la tarea de presentar esta información de una forma legible a los programas denominados *exploradores de Internet*. El término "Hyper" presente en el nombre de este lenguaje se relaciona con el patrón no lineal (o no serial) en que el usuario puede navegar por estos documentos interconectados dentro de la WEB [Graham 1998] [NCSA 2000].

La sintaxis del HTML está definida con base en otro lenguaje, el SGML (Standard Generalized Markup Language). A través de las marcas que establece el SGML, que se relacionan con el significado del texto que encierran, se agiliza y vuelve más eficiente la distribución, búsqueda, recuperación y reuso de la información [December, Ginsburg 1996].

El HTML actualmente ofrece soporte para una amplia variedad de lenguajes humanos, lo cual permite, entre otras cosas, un aumento en la efectividad de los buscadores de páginas WEB, mayor calidad en la tipografía y mejor conversión texto-habla. Asimismo, ha adoptado al conjunto de caracteres más completo, el ISO/IEC:10646, el cual considera los aspectos que distinguen a la mayoría de las lenguas del mundo, como caracteres internacionales, dirección del texto y puntuación. Adicionalmente, ya que los documentos HTML están escritos en texto plano, es decir sin caracteres de control o códigos binarios, los desarrolladores pueden fácilmente verlos, editarlos y distribuirlos [W3C-HTML 2004-1].

Debido a que el HTML hace énfasis en la estructura, dejando de lado la presentación, el mismo documento HTML puede ser mostrado de diferente forma por exploradores diferentes. Por ejemplo, el HTML permite marcar una porción de texto como "título" o "párrafo", dejando la interpretación de este elemento al explorador. Así, un explorador puede mostrar este elemento con una sangría al principio, mientras que otro explorador tan sólo dejará previamente una línea en blanco. Asimismo, el HTML se ha desarrollado con la visión de que todo tipo de dispositivos puedan acceder a la información de la WEB: interfaces gráficas de usuario con diferente resolución y cantidad de colores, sistemas a base únicamente de texto, teléfonos celulares, dispositivos portátiles compactos, dispositivos de habla, traductores de braille, etc. [Wilson 2003] [W3C-HTML 2004-2].



Finalmente, los usuarios tienen en el HTML un medio para [W3C-HTML 2004-1]:

1. Publicar documentos en línea con encabezados, texto, tablas, listas, imágenes, etc. Además, es posible incluir elementos más complejos como hojas de cálculo, video, sonido, etc.
2. Enlazar sus documentos a información en línea por medio de hiperligas.
3. Diseñar formularios para: buscar información, comerciar productos y, en general, conducir transacciones con servicios remotos.

#### 4.2.2 JavaScript

JavaScript es un lenguaje orientado a objetos para la creación de scripts. No se trata de un lenguaje de propósitos generales, sino que ha sido diseñado para insertarse dentro de páginas HTML, de tal forma que el explorador de Internet se desempeña como intérprete de este lenguaje al mismo tiempo que carga y muestra la página HTML. Es un lenguaje ligero, con un vocabulario pequeño y que no requiere compilación; por esta última razón, su código puede examinarse al editar la página HTML en la que se encuentra insertado [Netscape 1998] [CED 2004] [Phpfreaks 2003].

Aunque su nombre lo relaciona con el lenguaje de programación Java y ambos poseen expresiones de sintaxis comunes, JavaScript no soporta la declaración de tipos de Java, asimismo, ambos lenguajes emplean un intérprete completamente distinto para ejecutar su código. En contraste, JavaScript desciende de una generación de lenguajes más pequeños y simples, de declaración dinámica de variables, como HyperTalk y dBASE. La coincidencia entre los nombres de JavaScript y Java se debe simplemente a un acuerdo de comercialización entre Netscape, creador original de JavaScript y Sun Microsystems, creador de Java [Netscape 1998].

Existe una versión de JavaScript que puede ejecutarse en un servidor de páginas HTML (Netscape 2+ Server con LiveWire). Mediante esta versión es posible la conexión con bases de datos, la modificación de archivos en el servidor, la persistencia de la información durante una sesión de comunicación con un cliente, etc. Sin embargo, la versión de JavaScript más empleada es la que se interpreta y ejecuta del lado del cliente, es decir, en el explorador de Internet. En este inciso se muestran exclusivamente las características de esta última versión [Goodman 2001].

Las principales características de este lenguaje son las siguientes [Netscape 1998]:

1. No existen tipos diferentes de variables (declaración dinámica de variables). Como consecuencia, no existe distinción entre tipos de variables que hacen referencia a objetos.
2. Una función puede formar parte de los métodos de un objeto, o bien, existir libremente como una rutina independiente. Asimismo, las funciones se agregan dinámicamente a los objetos.
3. Contiene un pequeño conjunto de objetos fundamentales como Array, Date y Math, así como operadores, estructuras de control y funciones básicas.
4. La versión para el cliente ofrece objetos para controlar al explorador de Internet y al Modelo de Objetos del Documento HTML (DOM). Sin embargo, por razones de seguridad, esta misma versión tiene impedidas algunas operaciones como leer/modificar la configuración del explorador de Internet, ejecutar cualquier aplicación en el cliente y efectuar operaciones de lectura/escritura en el disco duro.
5. Al ejecutarse todos los procesos en el cliente se agiliza la interacción del usuario con la página WEB, pues se evitan las peticiones frecuentes al servidor. Cabe mencionar, no obstante, que existe el riesgo de que el usuario desactive la opción de ejecución de código JavaScript en la configuración de su explorador de Internet.

Mediante JavaScript es posible crear páginas HTML dinámicas para los siguientes propósitos principales [Goodman 2001] [Woodger 2004]:

1. Responder a eventos desencadenados por el usuario como clics del ratón, modificación de los datos de un formulario, navegación entre páginas, etc.
2. Proveer de retroalimentación a las acciones del usuario.
3. Validar y/o preprocesar la información que se introduce en un formulario antes de que sea enviada al servidor.
4. Generar o modificar elementos del documento HTML.

Actualmente los principales exploradores de Internet (Netscape y Microsoft Internet Explorer) poseen modelos de objetos diferentes de JavaScript. Por esta razón, el desarrollo de código debe considerar esta situación a fin de garantizar la compatibilidad con ambas plataformas [Goodman 2001].

### 4.3 Comentarios finales

El sitio WEB de este trabajo fue construido bajo un proceso de desarrollo iterativo apegado al *Proceso Unificado de Desarrollo de Software* (ver capítulo 6). Durante su diseño se emplearon los lineamientos de usabilidad para sistemas WEB existentes en la literatura (ver capítulo 7). Adicionalmente, a fin de verificar la efectividad de las decisiones tomadas durante su diseño, se aplicaron pruebas de usabilidad con y sin usuarios (ver capítulos 8 y 9), y se implementaron las modificaciones que resultaron.



# CAPÍTULO 5

## ÁREAS CLAVE DEL NIVEL 2 DEL CMM

De los cinco niveles de madurez que componen al CMM, únicamente el nivel 2 se ha incluido en el sitio WEB de este trabajo. En este capítulo, el cual se encuentra en la ruta <unidadCD>:\Cap5\_AreasClaveDelNive12 del CD que acompaña a este trabajo, se transcribe la traducción al español de las seis áreas clave que comprende el nivel 2 de madurez [Alquicira 2000] [Ramírez 2001]. Asimismo, se marcan aquellas partes del texto que están reflejadas de alguna forma en los diagramas de actividades contenidos en el sitio WEB. Así, pueden distinguirse cuatro diferentes tipos de texto resaltado:

1. Texto relacionado con un rol o actor
2. Texto relacionado con una actividad
3. Texto relacionado con un producto
4. Texto relacionado con una ayuda contextual

Al hacer clic en las ligas ⓘ se abre una ventana que contiene toda la información relacionada con el texto resaltado. Esta información contiene el nombre del elemento con el que se relaciona la porción de texto resaltado, así como el diagrama de actividades en el que se encuentra (Fig. 5.1).

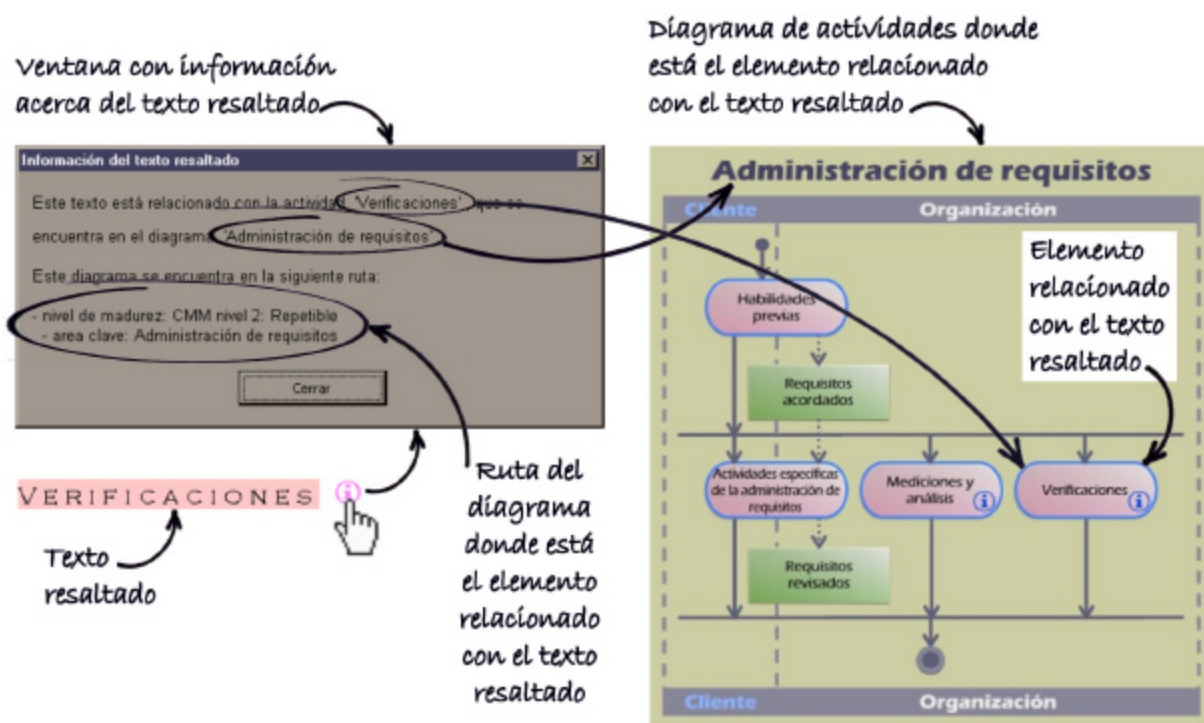


Fig. 5.1 Ventana con información relacionada con el texto resaltado. Esta información contiene el nombre del elemento con el que se relaciona la porción de texto resaltado, así como el diagrama de actividades en el que se encuentra.

## 5.1 Comentarios finales

Al mostrar la correspondencia que existe entre porciones de texto del documento original del CMM y elementos en los diagramas de actividades, este capítulo permite verificar la validez del modelo gráfico representativo del CMM contenido en el sitio WEB de este trabajo. Por otro lado, corresponde a trabajos posteriores complementar este sitio WEB con los niveles de madurez del CMM faltantes.

# CAPÍTULO 6

## PROCESO DE DESARROLLO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SITIO WEB

Un proceso de desarrollo de software, o simplemente *proceso de desarrollo*, es el conjunto de actividades que se necesitan para transformar los requerimientos del usuario en un sistema de software. En estas actividades se define quién está haciendo qué, cuándo y cómo lo debe hacer para alcanzar un cierto objetivo. Este objetivo, desde el punto de vista de la Ingeniería de Software es construir un nuevo producto de software o enriquecer alguno existente. Un buen proceso de desarrollo provee de guías para el orden de las actividades, especifica qué productos deben elaborarse, y ofrece criterios de monitoreo para estos productos.

Algunos de los beneficios principales que resultan de la implementación de un buen proceso de desarrollo son:

1. Cada integrante del equipo de desarrollo puede entender qué debe hacer para elaborar un producto de calidad, así como entender lo que los demás miembros hacen.
2. El presupuesto y la planeación de recursos puede estimarse con suficiente precisión.

El sitio WEB desarrollado en este trabajo se construyó bajo los lineamientos del *Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. En este capítulo se detallan las características generales de este proceso de desarrollo (ver inciso 6.1) así como su aplicación particular a este trabajo (ver inciso 6.2). En el inciso 6.2.5 pueden examinarse los modelos del sistema, así como su descripción arquitectónica. Finalmente, en el apéndice A se detalla el modelo del diseño a través de diagramas de clases y de las realizaciones de los casos de uso del sistema.

### 6.1 El Proceso Unificado de Desarrollo de Software

El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (PU) debe su nombre a la fusión de las tres metodologías propuestas independientemente por Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh para el desarrollo de sistemas de software orientados a objetos [Jacobson et. al. 1999-1]. El PU sostiene que estos sistemas deben construirse mediante componentes interconectados entre sí a través de interfaces bien definidas.

El PU:

1. Es un proceso de desarrollo *guiado por los casos de uso*,
2. *se centra en la arquitectura del sistema*, y
3. *es iterativo e incremental*.

Estas tres características son los rasgos esenciales que lo distinguen. Además emplea el *Lenguaje Unificado de Modelado* (UML) como medio para visualizar, especificar, construir, documentar y comunicar de manera gráfica las representaciones que modelan al sistema de software (ver inciso 6.2.5) [Jacobson et. al. 1999-2].

#### 6.1.1 El PU es un proceso de desarrollo guiado por los casos de uso

Un caso de uso es una funcionalidad del sistema que proporciona a sus diferentes usuarios (o actores, como los denomina el PU) el resultado que realmente requieren. Así, los actores usan el sistema en la medida en que intervienen en cada uno de los casos de uso. Los actores no necesariamente son figuras humanas, un actor también puede ser otro sistema o una pieza externa de hardware. Un caso de uso se centra en lo que necesita el usuario, en vez de en funcionalidades que simplemente sería útil agregar al sistema, ya que éstas podrían no resultar importantes o incluso convenientes.

Los casos de uso no sólo son una herramienta para especificar los requerimientos del sistema, son ellos quienes guían todo el proceso de desarrollo: la planeación del proyecto se elabora con base en ellos, durante las actividades de análisis y

diseño se crean realizaciones que detallan a cada uno de ellos, la implementación del sistema se lleva a cabo agregando la realización de cada uno de ellos, y finalmente, las pruebas del sistema se centran en la correcta satisfacción de ellos.

Además, mientras que la realización de los casos de uso debe encajar en la arquitectura del sistema (ver inciso 6.1.2), la arquitectura debe proporcionar el espacio para las realizaciones de todos los casos de uso, actuales y futuros. Así, tanto la arquitectura como los casos de uso deben corresponderse y evolucionar paralelamente.

Todos los casos de uso de un sistema constituyen el modelo de casos de uso, el cual describe su funcionalidad completa. En la figura 6.3 se muestra el modelo de casos de uso del sitio WEB desarrollado en este trabajo. El lector puede acudir a [Jacobson et. al. 1999-2] para la correcta interpretación de los diagramas mostrados en las figuras de este capítulo.

### 6.1.2 El PU se centra en la arquitectura del sistema

Tanto para una edificación como para un sistema de software resulta útil contar con su representación desde diferentes perspectivas a fin de entender mejor su diseño. En un sistema de software, esta representación, denominada arquitectura, engloba aspectos estáticos y dinámicos en un conjunto de vistas de todo el diseño del sistema, mostrando sólo sus características más importantes. Además, provee un panorama completo de toda la aplicación, lo cual es muy útil para las personas involucradas en el desarrollo, ya que les permite entender cuál es su participación en el proyecto. Asimismo, constituye un estándar estable en el que los desarrolladores pueden basarse en cualquiera de los ciclos de desarrollo que constituyen la vida útil del sistema. La arquitectura constituye la forma de un sistema de software, mientras que los casos de uso constituyen la función de éste. Debe, además, ser lo suficientemente flexible para dar cabida a nuevos casos de uso y soportar el reuso de software existente.

La arquitectura se crea a partir de las especificaciones que no se relacionan con los casos de uso, como por ejemplo la plataforma. En seguida, se establece su estructura fundamental partiendo de la realización de los casos de uso principales del sistema. Y finalmente, en la medida en que todos los casos de uso van madurando, la arquitectura simplemente se va refinando.

Debe advertirse que los sistemas con arquitecturas deficientes comúnmente se degradan con el paso del tiempo y la inclusión de parches, hasta que finalmente no pueden ser mantenidos económicamente. Además, la experiencia muestra que la duración total de un ciclo de desarrollo puede elevarse considerablemente cuando éste es guiado por una arquitectura pobre o inexistente.

En la figura 6.7 se muestra la descripción arquitectónica del sitio WEB desarrollado en este trabajo.

### 6.1.3 El PU es iterativo e incremental

Un ciclo de desarrollo basado en el PU se divide en cuatro fases: inicio, elaboración, construcción y transición (ver inciso 6.2). Sin embargo, independientemente de la fase en la que se encuentre el desarrollo, las actividades se llevan a cabo a través de pequeños microproyectos denominados iteraciones. En cada iteración se efectúa la siguiente sucesión: requerimientos, análisis, diseño, implementación y pruebas (el PU los denomina flujos de trabajo).

Con el trabajo realizado en cada iteración se van identificando e implementando un cierto número de casos de uso, dando como resultado un incremento en el desarrollo del sistema. Particularmente en las primeras fases, el diseño de la aplicación, inicialmente somero, puede irse reemplazando en cada iteración por uno más detallado. Sin embargo, en las últimas fases los incrementos en el sistema que resultan de cada iteración son comúnmente aditivos.

Finalmente, cabe mencionar que los riesgos y su orden de importancia constituyen un criterio básico para ordenar la ejecución de las iteraciones. De esta forma se reduce la posibilidad de no finalizar el desarrollo a tiempo, ya que los esfuerzos dedicados para resolver los principales riesgos ocurren en las primeras iteraciones, cuando el personal está menos presionado.

Algunos de los beneficios de trabajar por iteraciones se enumeran a continuación:

1. Si los desarrolladores necesitan repetir una iteración, la organización sólo pierde el trabajo de esa iteración.
2. Se incrementa el ritmo de trabajo, ya que se trabaja más eficientemente cuando se tienen objetivos inmediatos y una sensación continua de finalización.
3. Ya que comúnmente los requerimientos sufren modificaciones y se van refinando conforme transcurre el ciclo de desarrollo, las iteraciones permiten ir incluyendo los nuevos requerimientos o la reformulación de los existentes.

## 6.2 Aplicación del PU al desarrollo del sitio WEB

Un ciclo de desarrollo basado en el PU se divide en cuatro fases (inicio, elaboración, construcción y transición), y concluye con la liberación de un producto listo para su entrega. Además del código fuente, código ejecutable, manuales y entregables, el producto resultante incluye su descripción arquitectónica, así como todos los modelos que representan al sistema (ver inciso 6.2.5).

En términos generales el trabajo durante las primeras fases (inicio y elaboración) se concentra en definir en qué consiste el sistema a fin de dimensionar su alcance y establecer su factibilidad. Asimismo, durante estas primeras fases se identifican los posibles riesgos, se entiende la tecnología que se empleará y se desarrolla un ambiente para el proyecto. Puede notarse que el trabajo es predominantemente de investigación.

Posteriormente, en las iteraciones de las siguientes fases (construcción y transición) se agrega incrementalmente la funcionalidad al sistema hasta concluir con un producto listo para su entrega. Además, se resuelven los problemas relacionados con el desempeño y la instalación de la aplicación. Se observa, por tanto, que las actividades en las últimas fases se orientan principalmente al desarrollo.

En los incisos 6.2.1 a 6.2.4 se describen las actividades que se realizaron en cada fase del ciclo de desarrollo aplicado en el sitio WEB de este trabajo. Finalmente, en el inciso 6.2.5 se incluyen los modelos que lo representan, así como su descripción arquitectónica.

### 6.2.1 Fase de inicio

El principal objetivo de esta fase es delimitar el alcance del sistema, así como su factibilidad. Con este propósito, se propone la arquitectura del sistema basada en los casos de uso más importantes. Además, se identifican y jerarquizan los riesgos críticos, es decir, aquellos que comprometen el desarrollo exitoso del sistema. Es posible que, durante esta fase, se construyan prototipos (interfaces de usuario) para mostrar a los usuarios la capacidad del futuro sistema como medio para resolver sus tareas.

Durante la fase de inicio del ciclo de desarrollo efectuado para el sitio WEB, la Dra. Hanna Oktaba, en su calidad de futuro usuario, formuló la siguiente petición para la elaboración de un sistema de software: "Se requiere un instrumento para difundir el CMM por medio de diagramas de actividades de UML. El objetivo de este sistema es ayudar a sus usuarios a conocer, aprender, y consultar el CMM de una forma rápida y ágil. Por último, para cumplir con este objetivo, se realizarán pruebas de usabilidad con usuarios a fin de validar el diseño de la aplicación". Se pretende que este sistema se dirija principalmente a profesionales involucrados en organizaciones de desarrollo de software. No es necesario que tengan conocimientos previos acerca de CMM o de los diagramas de actividades de UML, sin embargo se espera que posean conocimientos básicos de Ingeniería de Software.

Se estableció que el alcance de esta aplicación sólo abarcaría el nivel 2 de madurez del CMM, dejando la aplicación como un marco estructural de software para incluir posteriormente los tres niveles restantes. Así, en los ciclos de desarrollo posteriores se aprovechará la metodología establecida en este trabajo y no será necesario llevar a cabo pruebas adicionales de usabilidad con usuarios, pues la arquitectura de la aplicación así como los casos de uso que incluye permanecerán intactos.

Adicionalmente, se expresaron los siguientes requisitos no funcionales: la aplicación debe desarrollarse en la forma de un sitio WEB ya que se desea difundir este material a través de Internet; adicionalmente, se requiere que la aplicación sea fácilmente distribuible para aquellos usuarios que deseen usarla sin necesidad de conectarse a Internet.

Con base en lo anterior, se identifica el siguiente como el principal caso de uso:

Ya que existen relaciones de contención y referencia entre los diagramas de actividades, el usuario requiere entender la estructura jerárquica en la que se encuentran ordenados los diagramas que representan al CMM. Además requiere que al navegar entre estos diagramas, el usuario siempre se sepa ubicado dentro de la jerarquía que conforman.

Contando con toda la información descrita, se propone que la arquitectura del sistema sea de la forma siguiente:

1. A fin de facilitar la instalación de esta aplicación en cualquier equipo, se decide que se desarrolle a través de páginas HTML estáticas. Las funcionalidades que se incluirán se proporcionan mediante macros de JavaScript.
2. Se decide emular las interfaces existentes en el mercado que proporcionan ayuda (como las ayudas de algunos sistemas de Microsoft), y cuya estructura básica consiste en un árbol jerárquico de elementos de tipo



libro/documento, en los cuales se incluyen las hiperligas que conducen a todos los temas de ayuda disponibles; y una zona de trabajo en la que se muestran las páginas que contienen la información que el usuario desea consultar. Esta decisión obedece, además, al criterio ergonómico de compatibilidad (ver inciso 7.2.18).

Los principales riesgos identificados son el desconocimiento del lenguaje de programación JavaScript y su capacidad para resolver los casos de uso de esta aplicación. El primero se mitigó disponiendo de tiempo suficiente para su aprendizaje, mientras que el segundo desapareció al conocer las capacidades del lenguaje durante su aprendizaje.

Una vez mitigados los principales riesgos, y establecida la arquitectura general, se concluye que la elaboración de esta aplicación es factible. El aspecto económico de su viabilidad no se analizó, pues se trata de un trabajo académico. A continuación se inicia la fase de elaboración con el detallado de la arquitectura y la identificación de la mayoría de los casos de uso.

## 6.2.2 Fase de elaboración

En esta fase se detalla la arquitectura seleccionada en la fase de inicio, obteniendo un marco estable que guíe el desarrollo del sistema en éste y los futuros ciclos de desarrollo. Asimismo, se identifican y detallan la mayoría de los casos de uso (el PU sugiere un 80% aproximadamente), con el objeto de garantizar que la arquitectura propuesta sea la adecuada para el sistema. Al finalizar esta fase, se cuenta con información suficiente y se elabora una planeación precisa de la fase de construcción, incluyendo la distribución de los recursos que se emplearán.

En [Alonso 2002] se propone que en esta fase o en la anterior se efectúe una *prueba exploratoria o de requerimientos*. El objetivo de esta prueba de usabilidad con usuarios es verificar que el sistema cubra efectivamente los requerimientos del cliente. Se hace un diseño lógico y físico de la interfaz, incluyendo los elementos que se requieren para la realización de los casos de uso, y durante la prueba, se revisa si el usuario identifica los elementos de la interfaz, así como si entiende la navegación del sistema. Al finalizar esta prueba se cuenta con la información necesaria para establecer la organización general de los elementos en la interfaz. Debido a que comúnmente surgen nuevos requerimientos como resultado de la aplicación de esta prueba, resulta conveniente su aplicación en esta fase del ciclo de desarrollo, ya que es en este momento cuando se identifican la mayoría de los casos de uso.

La interfaz propuesta para la prueba exploratoria efectuada en este trabajo consistió en un bosquejo en papel con los siguientes elementos principales: una zona con un árbol jerárquico que mostrara las ligas hacia las páginas que contiene el sitio y una zona con la información de la página actualmente visible (Fig. 6.1). Además, durante esta prueba se examinó el diseño de los diagramas de actividades (ver capítulo 3).



Fig. 6.1 Prototipo para la prueba exploratoria de usabilidad

Este bosquejo fue evaluado con la Dra. Hanna Oktaba en su calidad de usuaria del sistema y experta en el contenido de éste. Cabe mencionar que para esta prueba no se siguió un protocolo riguroso como el que se propone en [Alonso 2002], sino que en una serie sucesiva de entrevistas se presentó a la usuaria el prototipo, y de su discusión resultaron observaciones, nuevas funcionalidades, y peticiones de modificación.

Como resultado de estas sesiones, se acordó la inclusión de una zona adicional en la interfaz (barra de herramientas) con controles que faciliten la navegación por el sitio y la mejor visualización de los diagramas de actividades (Fig. 6.2). En esta fase aún no se han establecido con precisión todos los controles que deben incluirse en la barra de herramientas. Algunos de éstos se agregaron en iteraciones posteriores durante la fase de construcción. Finalmente, la usuaria manifestó una sensación de satisfacción con el prototipo resultante.

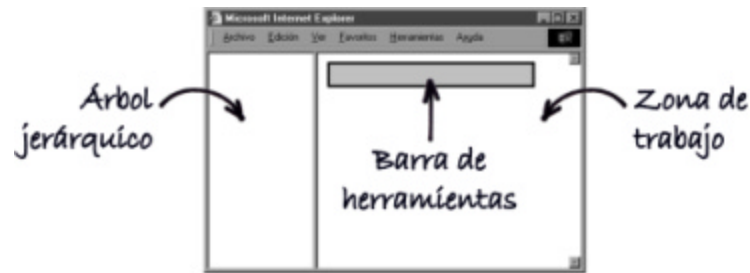


Fig. 6.2 Prototipo resultante de la prueba exploratoria de usabilidad

En la figura 6.3 se muestra el modelo de casos de uso del sitio WEB desarrollado en este trabajo. Aunque en estas figuras pueden encontrarse todos los casos de uso de la aplicación, algunos de estos fueron identificados en la fase de construcción. Además, en la figura 6.7 se encuentra la arquitectura propuesta (ver inciso 6.2.5).

### 6.2.3 Fase de construcción

En esta fase se desarrolla completamente el sistema a través de una serie de iteraciones en las que se van agregando todas sus funcionalidades. El producto final puede no estar totalmente libre de defectos, sin embargo, es la tarea de la siguiente fase detectarlos y corregirlos. No obstante, el producto ya cubre las necesidades del usuario de tal forma que puede ser liberado para empezar su uso como una versión beta. Durante esta fase se invierte la mayor cantidad de los recursos destinados al proyecto.

La participación frecuente del usuario en esta fase es crítica para descubrir las fallas conceptuales y de usabilidad del sistema [Pearrow 2000]. En [Alonso 2002] se recomienda que durante esta fase se lleven a cabo pruebas de usabilidad con usuarios (*pruebas de diseño*), a fin de validar el diseño de la interfaz. En estas pruebas se revisan aspectos como el diseño gráfico, la presentación de la información, la disposición de los controles, etc.

En la aplicación desarrollada en este trabajo se realizaron e implementaron durante esta fase la totalidad de los casos de uso. Algunos de estos casos de uso surgieron durante esta fase, siendo el desarrollador, en su calidad de usuario del sistema, quien detectó la necesidad de incluir las funcionalidades adicionales.

La implementación tanto de las funcionalidades como de la interfaz de este sistema, consideró las recomendaciones encontradas en la literatura sobre el diseño usable de aplicaciones (ver capítulo 7). En el capítulo 7 el lector puede revisar los aspectos considerados para el diseño de este sitio WEB encaminados a fomentar su usabilidad. Además, con el fin de validar las decisiones tomadas en el diseño del sitio WEB, se construyó un prototipo para efectuar una prueba de usabilidad con usuarios (prueba de diseño). Este prototipo cuenta con la implementación de la totalidad de los casos de uso, y la construcción de los diagramas de dos de las seis áreas clave del nivel 2 del CMM. La prueba de usabilidad con usuarios concluyó satisfactoriamente con la enumeración de modificaciones menores, las cuales fueron implementadas inmediatamente (ver capítulo 9). Cabe mencionar que, antes de efectuar esta prueba, se realizó una prueba de usabilidad sin usuarios, en la que un experto en usabilidad, el Dr. Fernando Gamboa, revisó el sitio WEB y emitió requerimientos de cambio y adición, los que, a su vez, fueron implementados (ver capítulo 8).

Una vez incluidos los cambios resultantes de ambas pruebas, se concluyó el sitio agregando los diagramas de las áreas clave faltantes. En la figura 6.4 se muestran los principales diagramas del modelo del diseño, además, en la figura 6.6 se muestra el modelo de implementación (ver inciso 6.2.5). En el apéndice A se detalla ampliamente el modelo del diseño a través de diagramas de clases y de las realizaciones de los casos de uso del sistema.

### 6.2.4 Fase de transición

Las actividades que se realizan en esta fase se enfocan en asegurar que el sistema opera correctamente en el ambiente de producción. Con este propósito, se efectúan actividades de ajuste de parámetros para operar en las condiciones definitivas, corrección de defectos y deficiencias no percibidos en la fase anterior, evaluación del desempeño de la aplicación, elaboración de manuales de operación, entrenamiento de los usuarios, ofrecimiento de asistencia en línea, etc.

Durante esta fase se sugiere que se efectúe un último tipo de prueba de usabilidad con usuarios (*prueba de desempeño*) a fin de evaluar la efectividad de la aplicación como una herramienta para resolver los problemas del usuario en un ambiente

de producción [Alonso 2002]. Desafortunadamente, muchas organizaciones realizan pruebas de usabilidad únicamente en esta fase, cuando usualmente es muy tarde para implementar hasta los cambios más triviales [Pearrow 2000].

Ya que el sitio WEB se implementó en lenguajes que se interpretan por el explorador de Internet (HTML y JavaScript), su instalación resulta muy simple. Por este motivo, la duración de esta fase fue muy reducida. Además, debido a que se trata de un sitio WEB, no se requiere la elaboración de manuales de usuario.

Una vez finalizada la fase de construcción, la instalación del sitio WEB tanto en un servidor de páginas HTML como en cualquier computadora que trabaje sin conexión a Internet, consiste en la descarga de los archivos en el directorio correspondiente. En la figura 6.5 se muestra el modelo de instalación (ver inciso 6.2.5).

Debido a que el carácter de este sitio WEB no es el de procesamiento de información proporcionada por el usuario, sino el de difusión de un cuerpo de conocimientos, resulta poco viable la evaluación de su desempeño. Por este motivo, en esta fase se ha decidido omitir la realización de una prueba de usabilidad con usuarios (prueba de desempeño).

### 6.2.5 Modelos que describen al sitio WEB

Los modelos son representaciones del sistema que se concentran en determinados aspectos de éste (vistas estáticas o dinámicas), y que están contruidos considerando un determinado nivel de abstracción y detalle. Los modelos constituyen la documentación del sistema. La función principal de esta documentación es brindar información valiosa en las tareas de especificación, diseño, implementación, pruebas, modificación y uso de un sistema, tanto en el ciclo actual de desarrollo como en los futuros. El PU propone el UML como medio la construcción de estos modelos.

Los principales modelos de un sistema se enumeran a continuación:

1. **Modelo de los casos de uso.** Este modelo integra todos los casos de uso de la aplicación y su relación con todos sus diferentes tipos de usuarios (o actores). Su objetivo es representar la funcionalidad completa del sistema. Mientras que este modelo proporciona una vista externa del sistema, el modelo del diseño presenta una vista interna.

En tanto que los requerimientos funcionales se capturan en forma de casos de uso, los requerimientos no funcionales pueden asociarse a algún caso de uso o bien mantenerse por separado para su consideración posterior.

En el sitio WEB de este trabajo se identifican cuatro casos de uso principales (Fig. 6.3-1):

- Navegar entre diagramas/páginas (Fig. 6.3-2),
- Autoubicarse (Fig. 6.3-3),
- Obtener información adicional (Fig. 6.3-4), y
- Configurar la apariencia del sitio WEB (Fig. 6.3-5).

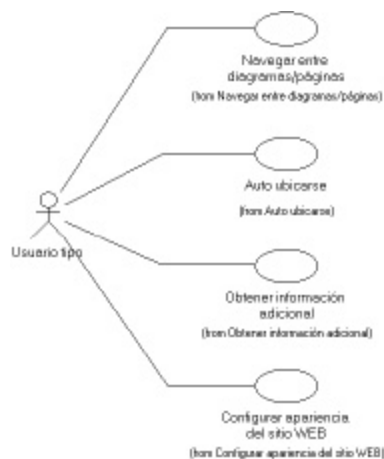


Fig. 6.3 Modelo de los casos de uso (1/5).  
Casos de uso principales del sitio WEB.

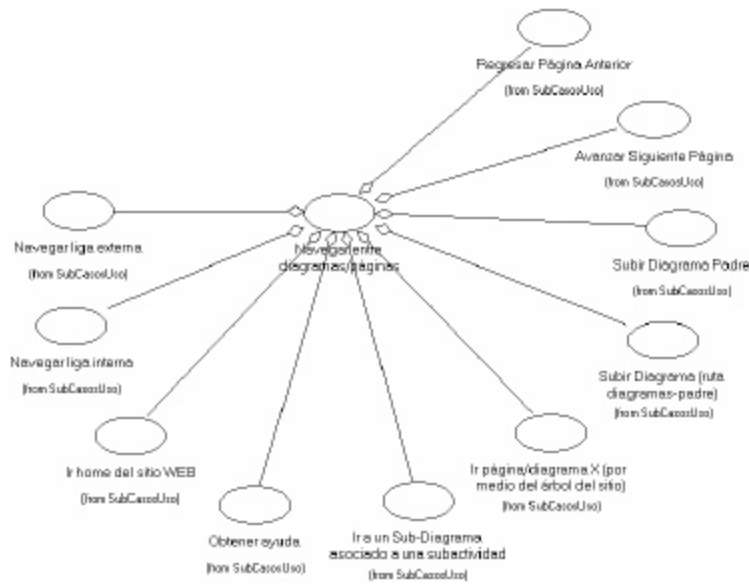


Fig. 6.3 Modelo de los casos de uso (2/5). Subcasos de uso del caso de uso “Navegar entre diagramas/páginas”.

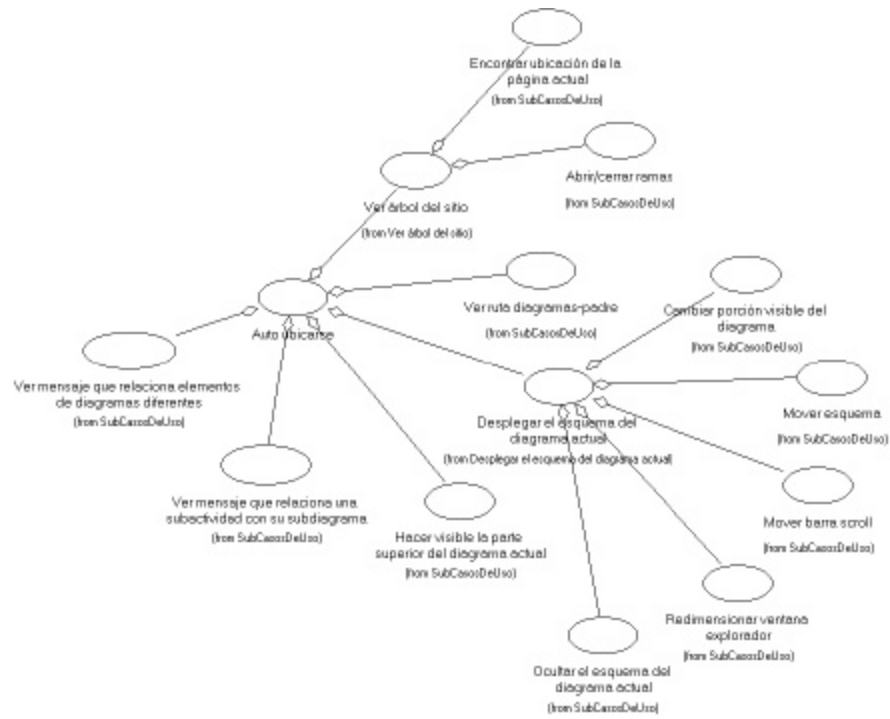


Fig. 6.3 Modelo de los casos de uso (3/5). Subcasos de uso del caso de uso “Autobucarse”.

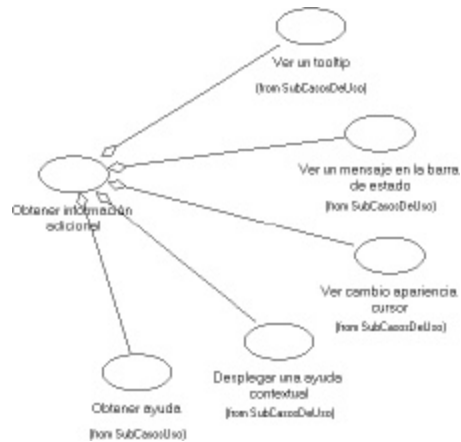


Fig. 6.3 Modelo de los casos de uso (4/5).  
Subcasos de uso del caso de uso “Obtener información adicional”.

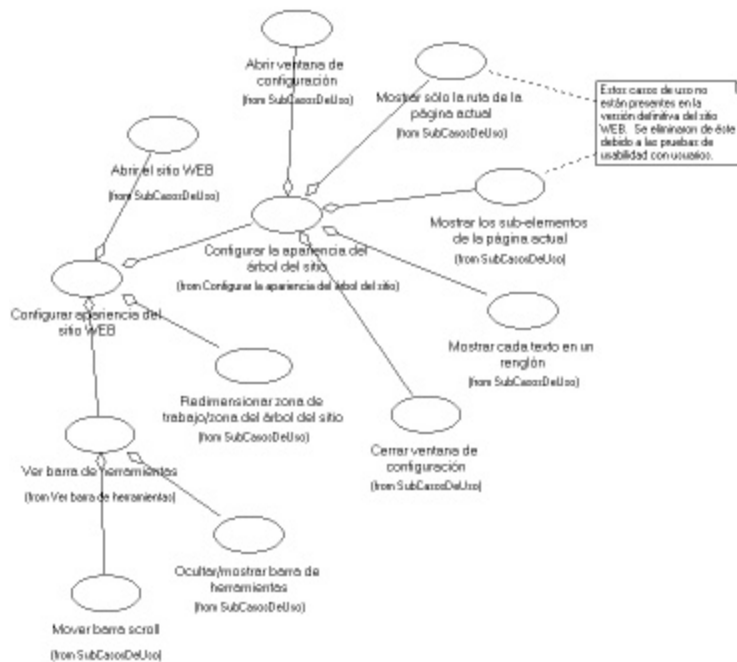


Fig. 6.3 Modelo de los casos de uso (5/5).  
Subcasos de uso del caso de uso “Configurar la apariencia del sitio WEB”.

2. **Modelo del análisis.** En este modelo se refinan con detalle los casos de uso, a través de la especificación inicial del comportamiento del sistema por medio de un conjunto de clases de carácter más bien conceptual. Esta última es la característica que lo distingue del modelo del diseño, en el que las clases que se emplean tienen un mapeo directo en la implementación del sistema. El modelo del análisis es, entonces, un modelo conceptual, mientras que el modelo del diseño tiene propiedades más concretas.

Debido a la estrecha relación entre el modelo del análisis y el modelo del diseño, en este trabajo sólo se presentan los diagramas del modelo del diseño (Figs. 6.4, A.2 y A.3).

3. **Modelo del diseño.** El modelo del diseño constituye una representación detallada de la implementación del sistema. Cuando las clases creadas durante el análisis pasan a la etapa del diseño, éstas dan lugar a clases más refinadas que se adaptan mejor al ambiente de implementación.

En este modelo la estructura estática del sistema se define a través de subsistemas, mientras que el aspecto dinámico es abordado mediante la realización de los casos de uso, por medio de colaboraciones entre los elementos de los subsistemas mencionados. Existe un mapeo directo entre los subsistemas del modelo del diseño y los componentes del modelo de la implementación (Fig. 6.6).

En el sitio WEB de este trabajo se distinguen 2 subsistemas principales: páginas **\*.html** y componentes JavaScript **\*.js** (Fig. 6.4 y A.2). Por otro lado, en las realizaciones de cada caso de uso se especifica, en primer lugar, cuáles clases intervienen en cada uno, y posteriormente se muestra su interacción con el usuario (Fig. A.3).



Fig. 6.4 Modelo del diseño. Subsistemas (1/3). Principales subsistemas.

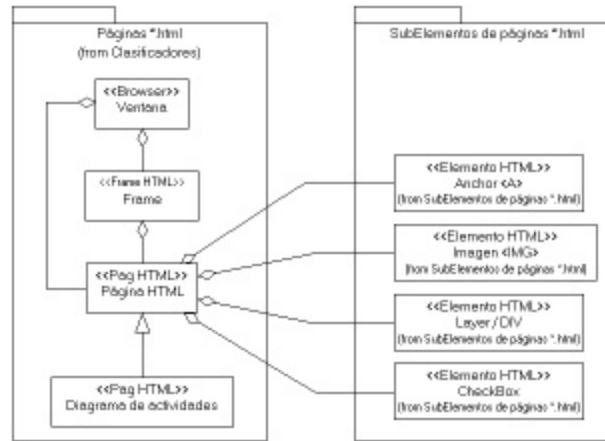


Fig. 6.4 Modelo del diseño. Subsistemas (2/3). Subsistemas y clasificadores relacionados con las páginas HTML.

Notas adicionales sobre el modelo del diseño del sitio WEB:

- En este modelo puede apreciarse que se emplean clases para representar funciones de JavaScript (estereotipos <<funcion>>, <<process>> e <<Interfaz>>), a pesar de que en muchos casos no significan lo mismo. Sin embargo, estos elementos se emplearon en su calidad de *clasificadores*. UML establece que un clasificador es todo aquel elemento con características estructurales y de comportamiento, como clases, interfaces, tipos de datos, componentes y nodos.
- Notar que en este modelo las funciones JavaScript se relacionan entre sí generalmente mediante dependencias, es decir, se representa únicamente qué función invoca a qué otra función.
- La ejecución de las clases con el estereotipo <<process>> se efectúa en el explorador de Internet en el momento de cargar el componente en el que se encuentran dichas clases. Por otro lado las clases con el estereotipo <<funcion>> sólo pueden ser ejecutadas mediante su invocación explícita.
- Se utilizaron clases con el estereotipo <<interfaz>> para representar algunas funciones de JavaScript. Estas funciones no son interfaces en su sentido estricto, como por ejemplo las que se emplean en JAVA. Más bien, con este tipo de representación se pretende mostrar, de una forma conceptual, que las interfaces de un componente JavaScript (**\*.js**) son aquellas funciones que se ofrecen a las páginas HTML para proporcionar la funcionalidad contenida en el componente. El alcance de las demás

funciones se restringe al interior de cada componente, mientras que aquellas identificadas como interfaces son las únicas visibles y se apoyan en las primeras. Finalmente, en el lenguaje JavaScript no hay forma de declarar explícitamente estas dos situaciones, por lo que esta distinción sólo se indica en el modelo del diseño a nivel conceptual.

- Se emplearon diagramas de colaboración para representar las realizaciones de los casos de uso. Este tipo de diagramas, a diferencia de los diagramas de clases, se caracteriza por el empleo de instancias en vez de clases, y ligas direccionables con un orden específico de ejecución en vez de relaciones planas.

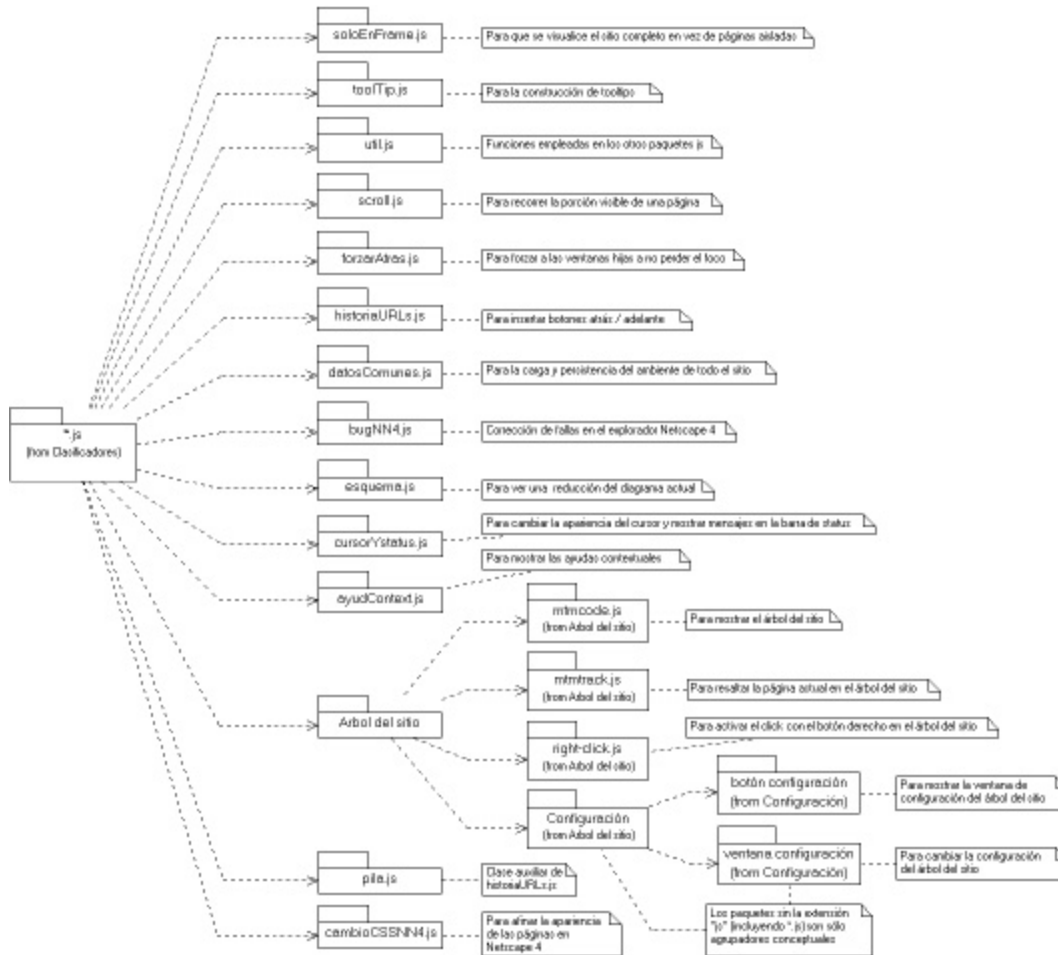


Fig. 6.4 Modelo del diseño. Subsistemas (3/3). Subsistemas JavaScript. En las figuras A.2-1 a A.2-9 y A.2-23 a A.2-31 se muestran los diagramas de clases de cada uno de estos subsistemas.

4. **Modelo de la implementación.** Este modelo consta de componentes y su mapeo con las clases del modelo del diseño. Mientras que las clases representan abstracciones lógicas, los componentes representan entidades físicas y reemplazables que se alojan en los equipos de cómputo.

En la figura 6.6 se muestra el modelo de la implementación del sitio WEB desarrollado en este trabajo. Notar el mapeo en componentes de los paquetes JavaScript del modelo del diseño (Fig. 6.6-1).

Adicionalmente, en la ruta <unidadCD>:\SitioWEB\Definitivo del CD se observan todos los componentes que conforman esta aplicación.

5. **Modelo de la instalación.** Aquí se definen los nodos físicos (equipos de cómputo) y el mapeo de los componentes en cada nodo.

En la figura 6.5 se muestra el modelo de la instalación del sitio WEB desarrollado en este trabajo.

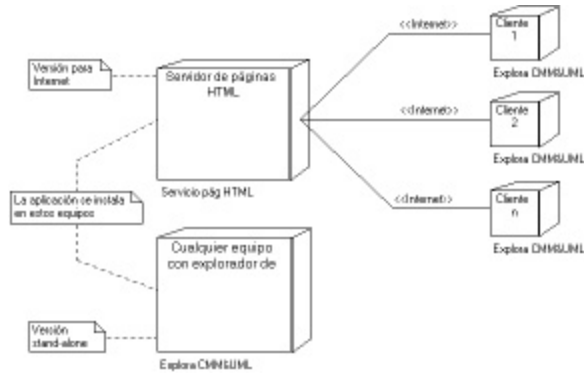


Fig. 6.5 Modelo de la instalación. Representación de toda la aplicación.

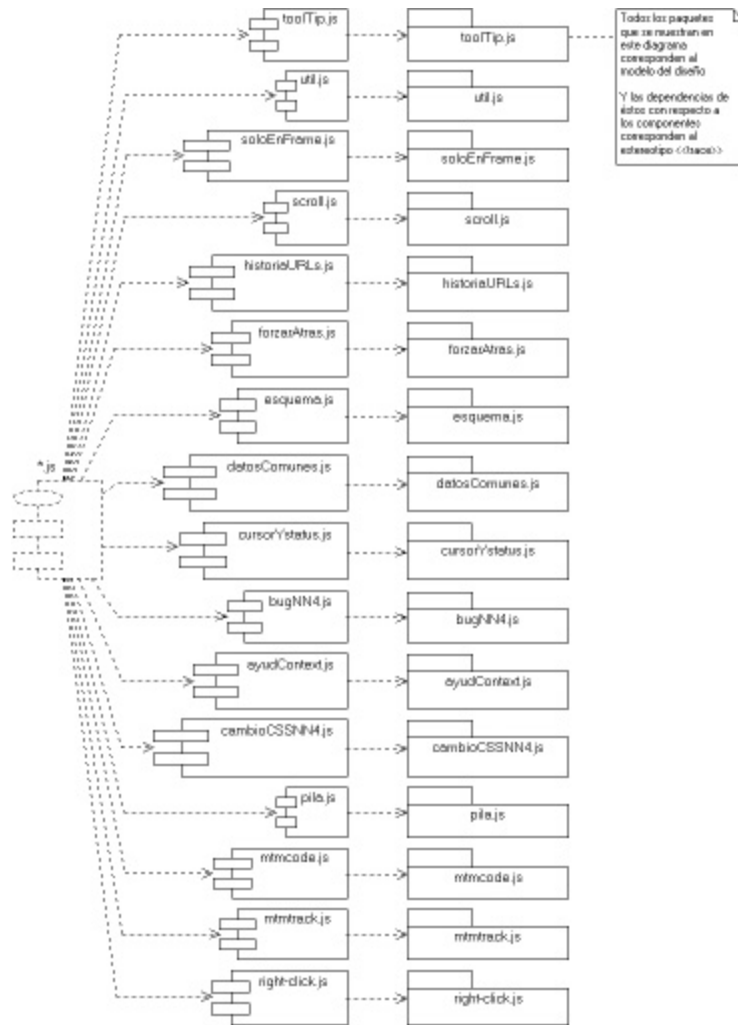


Fig. 6.6 Modelo de la implementación (1/2). Trazas de los paquetes JavaScript del modelo del diseño en componentes.



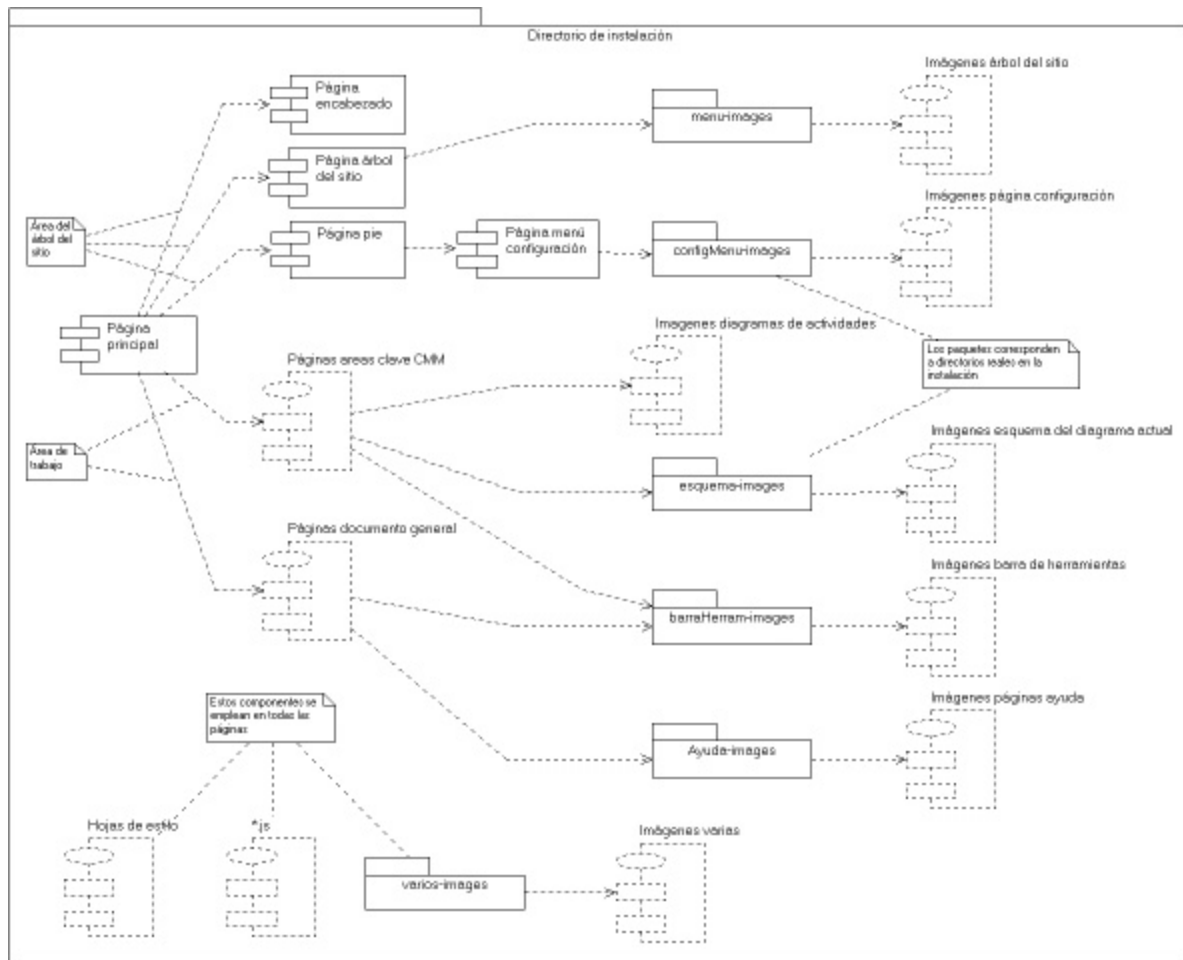


Fig. 6.6 Modelo de la implementación (2/2).  
Representación de toda la aplicación.

6. **Modelo de las pruebas.** Este modelo contiene los casos de prueba que verifican a los casos de uso. Las partes principales que componen este modelo son los casos de prueba y los procedimientos de prueba. Un caso de prueba es un conjunto de entradas, condiciones de ejecución y resultados esperados, desarrollados para verificar el flujo de un caso de uso. Generalmente un caso de uso tiene uno o más casos de prueba asociados. Finalmente, un procedimiento de prueba es la especificación de cómo llevar a cabo la preparación, ejecución y evaluación de los resultados de un caso de prueba determinado.

Se omite mostrar el modelo de pruebas en este trabajo, sin embargo para llevar a cabo pruebas en un nuevo ciclo de desarrollo, pueden emplearse como base las realizaciones de los casos de uso del modelo del diseño (Fig. A.3).

**Descripción arquitectónica.** Aunque este no es un modelo propiamente, constituye una parte esencial de la documentación de un sistema de software (ver inciso 6.1.2). La arquitectura es una vista de los modelos del sistema (excepto el modelo de las pruebas), y se enfoca en los elementos estructuralmente más significativos así como en sus relaciones. En la figura 6.7 se muestra la descripción arquitectónica del sitio WEB de este trabajo.

### 6.3 Comentarios finales

Dados los objetivos de este trabajo (ver inciso 1.3), se pone especial énfasis en la usabilidad del sitio WEB. Durante la fase de construcción, la implementación tanto de la interfaz del sistema como de sus funcionalidades consideró las recomendaciones encontradas en la literatura sobre el diseño usable de aplicaciones (ver capítulo 7). Asimismo, durante

esta misma fase, se llevan a cabo pruebas de usabilidad sin usuarios primeramente y con usuarios posteriormente (ver capítulos 8 y 9) con el propósito de verificar la efectividad de las decisiones tomadas durante el diseño del sitio WEB.

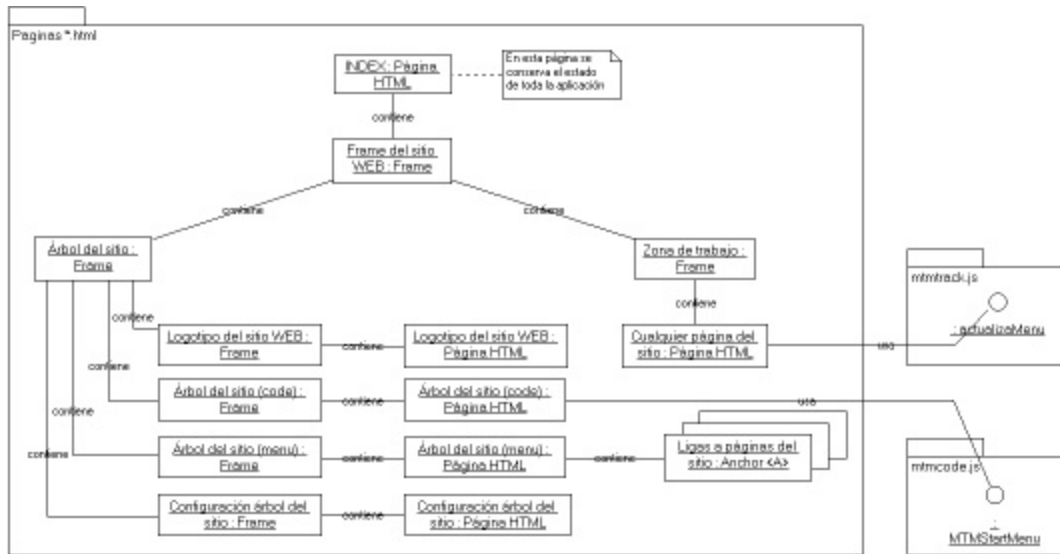


Fig. 6.7 Descripción Arquitectónica (1/2). Estructura esencial de toda la aplicación mostrando clasificadores y paquetes principales.

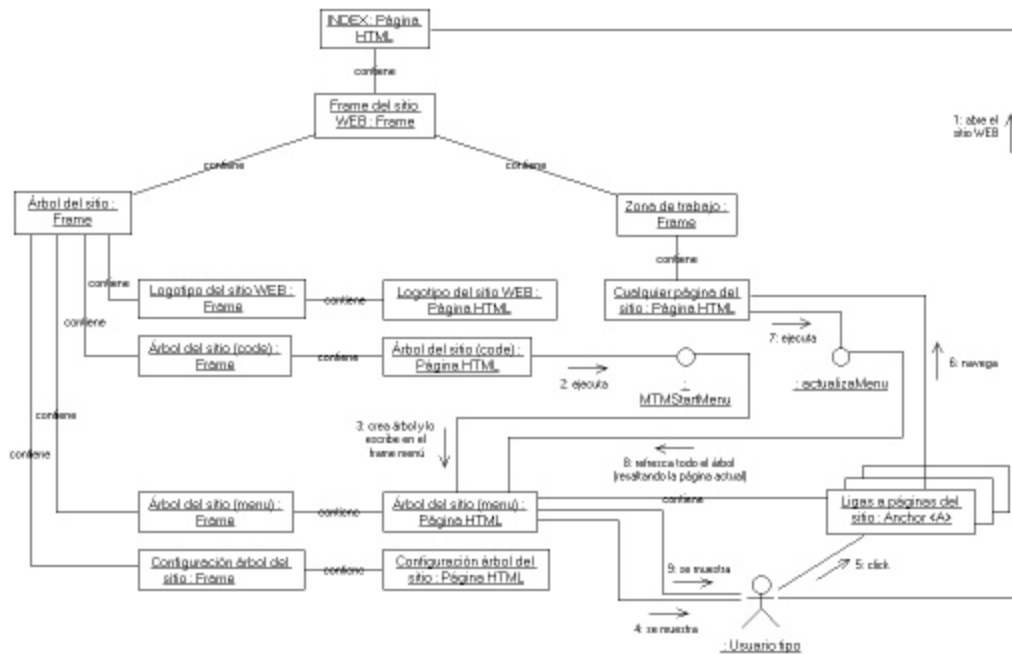


Fig. 6.7 Descripción Arquitectónica (2/2). Realización de los principales casos de uso en el contexto de la descripción arquitectónica: “Ver árbol del sitio” (ver también la figura A.3-11), “Encontrar ubicación de la página actual” (ver también la figura A.3-12), e “Ir página/diagrama X (por medio del árbol del sitio)” (ver también la figura A.3-5).



# CAPÍTULO 7

## CRITERIOS DE USABILIDAD APLICADOS EN EL SITIO WEB

A fin de obtener un producto usable, se requiere, en primer lugar, determinar con precisión tanto el perfil de los usuarios potenciales, como las tareas que necesitan realizar mediante un sistema de cómputo. Sin embargo, al construir el sistema hacen falta, además, lineamientos específicos que guíen al diseñador en la creación de interfaces eficientes y efectivas.

Con este propósito, resulta muy útil consultar la literatura en busca de estrategias de diseño a fin de aprovechar las experiencias existentes en el desarrollo de sistemas de cómputo. Puede anticiparse que el producto resultante será un punto de partida adecuado para la aplicación posterior de pruebas de usabilidad (ver capítulos 8 y 9). Cabe señalar que las pruebas por sí mismas no hacen usable a un sistema, sino que su función es evaluar los criterios empleados en el diseño del sistema y guiar el proceso de desarrollo para efectuar los cambios que se requieren.

En este capítulo se muestran los criterios de usabilidad existentes en la literatura que se aplicaron en el diseño del sitio WEB de este trabajo. En particular, este capítulo aborda los siguientes temas: *Usabilidad* (ver inciso 7.1) que resalta la importancia de diseñar sistemas usables que reflejen una consideración real por el usuario y las tareas que necesita realizar; *Los criterios ergonómicos* (ver inciso 7.2) que constituyen una lista, que pretende ser exhaustiva, de aspectos que deben observarse a fin de fomentar la usabilidad de un sistema existente o en construcción; *Recomendaciones adicionales para el diseño de sitios WEB* (ver inciso 7.3) que presenta algunos lineamientos adicionales específicos para el diseño de sitios WEB efectivos; *Diseño gráfico de interfaces* (ver inciso 7.4) que describe técnicas de diseño para mejorar el valor comunicacional de una interfaz, incrementando así su usabilidad; y *Accesibilidad* (ver inciso 7.5) que contiene lineamientos para hacer efectivamente disponible un sitio WEB a todos sus posibles usuarios, independientemente de sus discapacidades o de la tecnología que empleen para examinar el sitio.

Los ejemplos que se muestran en las figuras de este capítulo corresponden al sitio WEB de este trabajo (ver capítulo 4) en su versión posterior a las modificaciones debidas a las pruebas de usabilidad con y sin usuarios.

### 7.1 Usabilidad

En las primeras décadas del desarrollo de software, los programadores, cuya orientación era puramente técnica, diseñaban aplicaciones para ellos mismos y para sus colegas. Interfaces complejas eran aceptadas, e incluso apreciadas. Actualmente, debido a la difusión de los sistemas, el perfil de los usuarios se ha diversificado y no necesariamente se dedican a actividades técnicas o científicas. Así, el diseño guiado por la intuición del programador y centrado exclusivamente en aspectos técnicos se transforma, motivado por la necesidad de adaptarse a las habilidades, preferencias y objetivos del usuario. Esto trae como consecuencia el surgimiento de aplicaciones más eficientes, fáciles de aprender y que brindan mayor satisfacción subjetiva a los usuarios; en otras palabras, se crean aplicaciones cada vez más *usables* [Shneiderman 1998]. En general, cuanto más usable sea una aplicación, con mayor facilidad permitirá que el usuario efectúe su tarea.

El objetivo de una aplicación usable es contribuir a que el usuario cumpla su tarea fácilmente, en un mínimo de tiempo y esfuerzo, evitándole frustración, incomodidad y tensión [Pearrow 2000]. Este tipo de aplicaciones resultan fáciles de usar y comprender, generando en el usuario sentimientos positivos de éxito, aptitud, eficiencia y claridad. Los usuarios pueden predecir acertadamente que pasará como respuesta a cada una de sus acciones. De esta forma, la interfaz prácticamente desaparece por lo que el usuario puede concentrarse exclusivamente en su tarea y no en la herramienta que emplea [Shneiderman 1998].

Por el contrario, las aplicaciones excesivamente complejas, con terminología incomprensible y arreglos caóticos, con procedimientos tediosos o inconsistentes, y con retroalimentación insuficiente, provocan comúnmente ansiedad, tensión y frustración en el usuario, produciendo pobres desempeños, errores e insatisfacción en el trabajo [Shneiderman 1998].

En vista de lo anterior, tanto en el área académica como en la práctica profesional, especialistas de las ciencias de la computación y psicología han desarrollado teorías preceptuales, cognitivas, y modelos del desempeño humano, así como recolectado datos empíricos provenientes de experimentos controlados en los que se analiza la *Interacción Humano-Computadora* (IHC).

La IHC es ahora una disciplina que aplica el estudio de los *Factores Humanos* (FH) a la forma como los humanos interactúan con los sistemas de cómputo. Se enfoca en aspectos como el diseño, implementación y evaluación de sistemas interactivos [Pearrow 2000].

**Factores Humanos (FH).** La psicología de los FH estudia a los seres humanos y a su forma de interactuar con su entorno. Investiga las ventajas y limitaciones que poseen el cuerpo y la mente en su interacción con el mundo. El campo de los FH tiene su origen en investigaciones militares, durante la segunda guerra mundial, enfocadas en el estudio del desempeño de soldados en entornos diferentes y bajo niveles de tensión variables. Actualmente los psicólogos de los FH forman parte de diversas industrias que requieren la interacción de humanos con interfaces no humanas de algún tipo.

Un psicólogo de los FH busca descubrir y aplicar información acerca del comportamiento humano, sus capacidades y limitaciones, al diseño, implementación y evaluación de productos. El objetivo principal es incrementar la productividad, seguridad, comodidad, facilidad de uso y entendimiento intuitivo del usuario al emplear la tecnología.

Con el objeto de alcanzar estos objetivos particularmente en la IHC, se requiere determinar con precisión tanto la población de usuarios potenciales como las tareas que requieren realizar mediante un sistema de cómputo [Pearrow 2000].

**El usuario.** Uno de los principales aspectos para el éxito de un sistema de cómputo es la comunicación con las personas que lo emplearán. Durante la etapa de diseño es necesario saber cuáles son las necesidades reales de los usuarios y cómo realizan sus tareas con los recursos actuales.

Además, debe considerarse que generalmente los diseñadores piensan y actúan diferente de la forma como lo hacen los usuarios. Por lo tanto, las suposiciones que hagan durante el diseño de las aplicaciones pueden diferir de las verdaderas necesidades de los usuarios. Asimismo, los diseñadores necesariamente se ven tan inmersos en sus propias creaciones que suelen tener una perspectiva errónea para evaluarlas adecuadamente.

Con base en lo anterior, puede notarse la necesidad centrar la filosofía del desarrollo de sistemas de cómputo a un *Diseño Centrado en el Usuario* (DCU). El DCU se caracteriza por una temprana y frecuente interacción con la población de usuarios reales en busca de la retroalimentación que guíe el diseño. Esto no quiere decir, sin embargo, que los usuarios diseñarán la aplicación [Pearrow 2000].

La diversidad que presenta el ser humano en aspectos como habilidades, antecedentes, motivaciones, objetivos, personalidades y estilos de trabajo, llevan a concluir que no existe un diseño único que pueda satisfacer todas estas variantes. Por lo tanto, el primer paso en el diseño de una aplicación debe ser la caracterización precisa de los usuarios a quienes va dirigida. Posteriormente y antes de iniciar el diseño, deben identificarse las tareas que deberá realizar el usuario con el sistema de cómputo [Shneiderman 1998].

**Las tareas.** El análisis de las tareas es importante, ya que un sistema con funcionalidad inadecuada frustra al usuario y comúnmente es subutilizado o rechazado, independientemente de qué tan bien esté diseñada la interfaz de usuario. La introducción de funcionalidad excesiva también es negativa, y desafortunadamente es el error más común del diseñador, ya que el incremento innecesario de complejidad dificulta la implementación, mantenimiento, aprendizaje, y el uso intuitivo del sistema. Debe determinarse, por lo tanto, únicamente la funcionalidad apropiada y necesaria para el usuario.

Asimismo, la frecuencia de cada tarea puede determinar la forma de accederla en la interfaz. Por ejemplo, las operaciones frecuentes pueden activarse mediante teclas especiales, las operaciones poco frecuentes pueden alojarse en menús y las menos frecuentes pueden ejecutarse mediante una sucesión de formularios [Shneiderman 1998].

**Evaluaciones.** Conforme se proponen diferentes alternativas de diseño, éstas pueden ser evaluadas en su efectividad para reducir los tiempos de aprendizaje, incrementar el desempeño, disminuir los errores, facilitar la retención e incrementar la satisfacción en el usuario. A medida que se refina e implementa el diseño, pueden efectuarse pruebas para verificar el cumplimiento de estos objetivos mediante revisiones expertas, pruebas de usabilidad, etc. En los capítulos 8 y 9 se detallan las pruebas de usabilidad realizadas para el sitio WEB de este trabajo.

Finalmente, entre los beneficios de hacer aplicaciones usables se encuentra la reducción de los costos del proceso de desarrollo y mantenimiento, incremento en las utilidades debido a la alta satisfacción del usuario y la mejora en su eficiencia y productividad [Shneiderman 1998].

## 7.2 Los criterios ergonómicos (CE)

Una vez que se ha determinado tanto el perfil de los usuarios potenciales, como las tareas que éstos necesitan realizar mediante un sistema de cómputo, se requiere identificar lineamientos específicos de diseño existentes en la literatura que guíen al diseñador en la creación de interfaces eficientes y efectivas.

Entre estos lineamientos se encuentran los *Criterios Ergonómicos* (CE). Los CE sintetizan la mayoría de las recomendaciones existentes hasta ahora, provenientes de datos experimentales, en el campo del diseño de interfaces de usuario [Bastien, Scapin 1993]. Constituyen una herramienta que contribuye a incorporar los *factores humanos* en el proceso de diseño de interfaces de usuario. Los CE pueden emplearse, además, como soporte para una evaluación rápida y económica de los problemas más comunes. Sin embargo, los CE deben considerarse como un suplemento previo a otros métodos de evaluación; las pruebas de usabilidad con usuarios aún son necesarias, especialmente para evaluar problemas complejos o nuevos.

A continuación se enumeran y definen los ocho CE principales. Los CE marcados con el símbolo *elem* son criterios ergonómicos elementales, los cuales se detallan con mayor amplitud en los incisos 7.2.1 a 7.2.18 de este capítulo. Asimismo, se anexan recomendaciones específicas encontradas en la literatura, relacionadas con cada CE elemental, y que han sido aplicadas en la construcción del sitio WEB de este trabajo.

1. **Guía.** Se refiere a los medios que se proporcionan para aconsejar, orientar, informar, instruir y guiar al usuario en su interacción con el sistema. Estos medios permiten al usuario saber en cualquier momento en dónde se encuentra dentro de una secuencia de interacciones o en la ejecución de una tarea, o bien, saber cuáles son las posibles acciones que puede ejecutar, así como sus consecuencias. Asimismo, le permiten obtener información adicional.

Este criterio se subdivide en los siguientes: *elem* Incitación (ver inciso 7.2.1), Agrupación/Distinción de elementos, *elem* Retroalimentación inmediata (ver inciso 7.2.4), y *elem* Legibilidad (ver inciso 7.2.5).

- **Agrupación/Distinción de elementos.** Se refiere a la organización visual de la información.

Este criterio se subdivide en los siguientes: *elem* Agrupación/Distinción por localización (ver inciso 7.2.2), y *elem* Agrupación/Distinción por formato (ver inciso 7.2.3).

2. **Carga de trabajo.** Se refiere a todos los elementos en la interfaz que contribuyen a reducir la carga perceptual o cognitiva del usuario, y que incrementan la eficiencia de la interacción con esta interfaz. Así, mientras mayor sea la carga de trabajo, mayor es la probabilidad de cometer errores.

Este criterio se subdivide en los siguientes: Brevedad, y *elem* Densidad de la información (ver inciso 7.2.8).

- **Brevedad.** Corresponde al objetivo de limitar la carga de trabajo relacionada con la recepción y entrega de información por parte del usuario, así como el número de acciones involucradas.

Este criterio se subdivide en los siguientes: *elem* Concisión (ver inciso 7.2.6), y *elem* Acciones mínimas (ver inciso 7.2.7).

3. **Control explícito.** Se relaciona tanto con el procesamiento por parte del sistema de las acciones del usuario, como con el control que tiene el usuario en el procesamiento de sus acciones por el sistema. Si el usuario tiene el control sobre la interacción con el sistema, la aceptación de éste aumenta, mientras que los errores y las ambigüedades se limitan.

Este criterio se subdivide en los siguientes: *elem* Acción explícita del usuario (ver inciso 7.2.9), y *elem* Control del usuario (ver inciso 7.2.10).

4. **Adaptabilidad.** Se refiere a la capacidad del sistema de comportarse de acuerdo a las necesidades y preferencias del usuario. Si existen varias formas de llevar a cabo una misma tarea, el usuario encontrará con mayor probabilidad aquella a la que se adapte mejor. Asimismo, dado que una interfaz no necesariamente es la idónea para todos sus usuarios potenciales, ésta debe poder adaptarse a ellos.

Este criterio se subdivide en los siguientes: *elem* Flexibilidad (ver inciso 7.2.11), y *elem* Experiencia del usuario (ver inciso 7.2.12).

5. **Manejo de errores.** Se refiere a los medios disponibles para prevenir o reducir los errores, y para recuperarse de éstos cuando ocurran. Las interrupciones causadas por los errores del usuario perturban la organización y el cumplimiento de la tarea.





Fig. 7.2 Al iniciar una sesión con el sitio WEB, los nodos “CMM”, “Los cinco niveles de madurez del CMM” y “Ayuda” del árbol del sitio aparecen inicialmente abiertos. Así, se ofrecen al usuario, desde el principio, las principales páginas a las que puede acudir (CE “Incitación”).

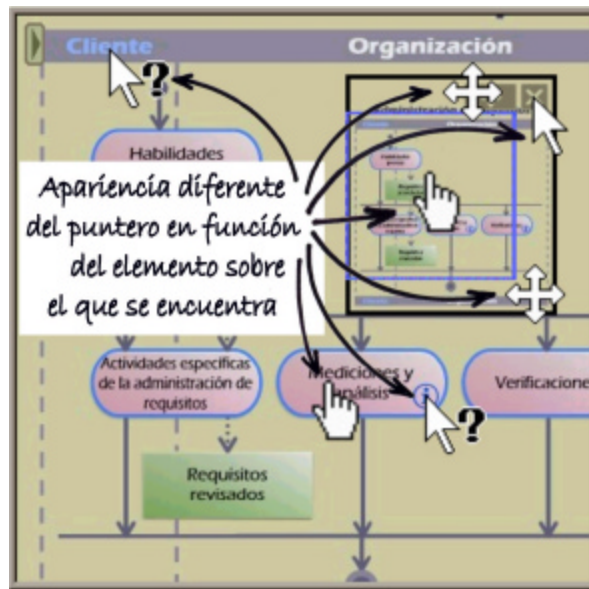


Fig. 7.3 La apariencia del puntero del ratón cambia, en función del elemento sobre el que se encuentra. Esta apariencia le permite al usuario anticipar el resultado de hacer clic o de arrastrar el elemento que está apuntando actualmente (CE “Incitación”).



Si la guía al usuario se proporciona mediante mensajes textuales, su redacción deberá ser clara y consistente [Shneiderman 1998]. El diálogo puede presentarse en segunda persona en las ventanas introductorias del sistema, mientras que para las sesiones normales de trabajo se deben evitar los pronombres, a fin de contribuir a la concentración del usuario en sus tareas. Notar que, en el sitio WEB de este trabajo, sólo las páginas de bienvenida y ayuda muestran una redacción en segunda persona, mientras que el contenido restante del sitio lo evita.

En aplicaciones de software tradicionales, el usuario forma modelos mentales de la estructura del producto. En contraste, no existe evidencia de que los usuarios intenten entender la estructura de un sitio WEB [Spool et. al. 1999]. Sin embargo, ya que el sitio WEB de este trabajo contiene un cuerpo de conocimientos ordenado, es necesario proporcionar una estructura jerárquica de navegación que informe al usuario en todo momento acerca de su ubicación dentro del cuerpo de conocimientos que está explorando. Esta especie de tabla de contenido del sitio WEB se denomina, para este trabajo en particular, como "árbol del sitio". Adicionalmente, con el objeto de proporcionar un sentido de autoubicación, en el sitio WEB de este trabajo se incluyen herramientas que le dicen al usuario "ud. se encuentra aquí" [Pearrow 2000] [Spool et. al. 1999] (Figs. 7.4, 7.5 y 8.3).

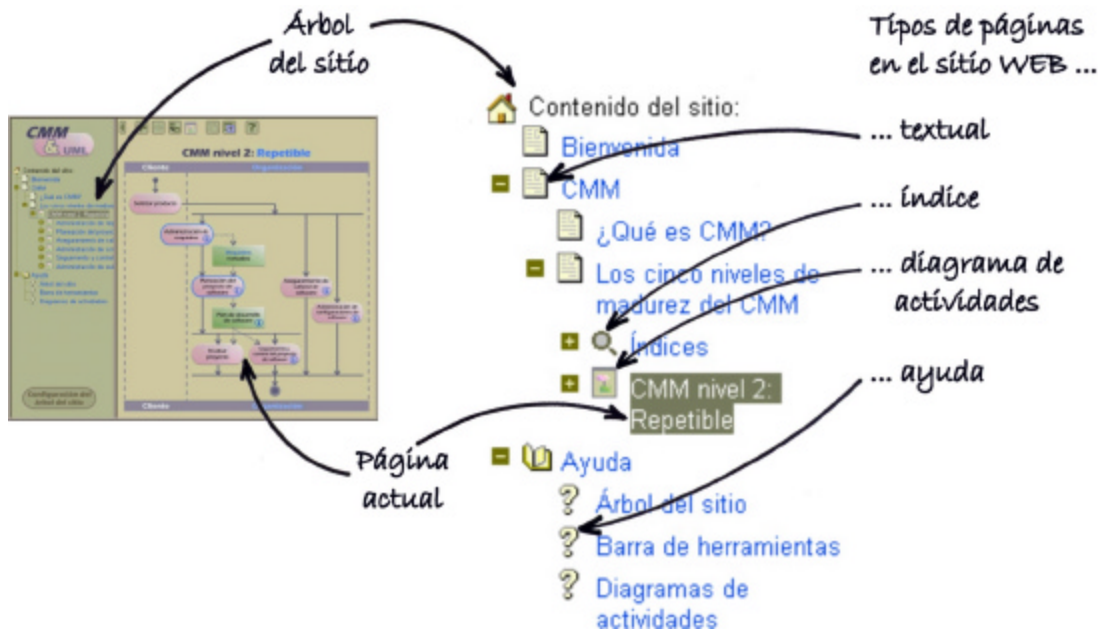


Fig. 7.4 Dentro del árbol del sitio, el cual es una representación de la estructura jerárquica de las páginas que componen al sitio WEB, se muestra resaltada la página actualmente visible. Esta característica le permite saber al usuario dónde se encuentra (CE "Inciitación"). Cabe mencionar, además, que este comportamiento es similar al del explorador de archivos de Windows (CE "Compatibilidad").

La efectividad de las hiperligas textuales, cuando el usuario las emplea para buscar información, es función de qué tanto se puede predecir hacia dónde conducen y de qué tanto se diferencian entre sí [Spool et. al. 1999]. Así, éstas deben ser tan descriptivas como sea posible acerca del destino hacia el que conducen [Pearrow 2000]. Notar que las ligas textuales del árbol del sitio se extienden lo necesario hasta describir claramente su destino (CE "Inciitación"). Asimismo, todas las hiperligas del sitio WEB tienen el mismo color y apariencia, independientemente del contexto en el cual aparezcan, de tal forma que el usuario las identifica como tales, es decir, como hiperligas (CE "Agrupación/distinción por formato"). Ver también la figura 9.15.

Dentro del árbol del sitio, las páginas se ordenan y jerarquizan de acuerdo a una estructura lógica en la que los nodos con una indentación mayor pertenecen a los nodos superiores con una indentación menor (CE "Agrupación/distinción por localización"). Asimismo, se establece que, de acuerdo al icono de cada nodo, existen cuatro tipos de páginas: textuales, índices, diagramas de actividades y ayuda (CE "Agrupación/distinción por formato"). Notar, además, que la zona del árbol del sitio y la zona de la página actual tienen fondos de diferente color, lo que las distingue como las dos zonas principales del sitio WEB (CE "Agrupación/distinción por formato").

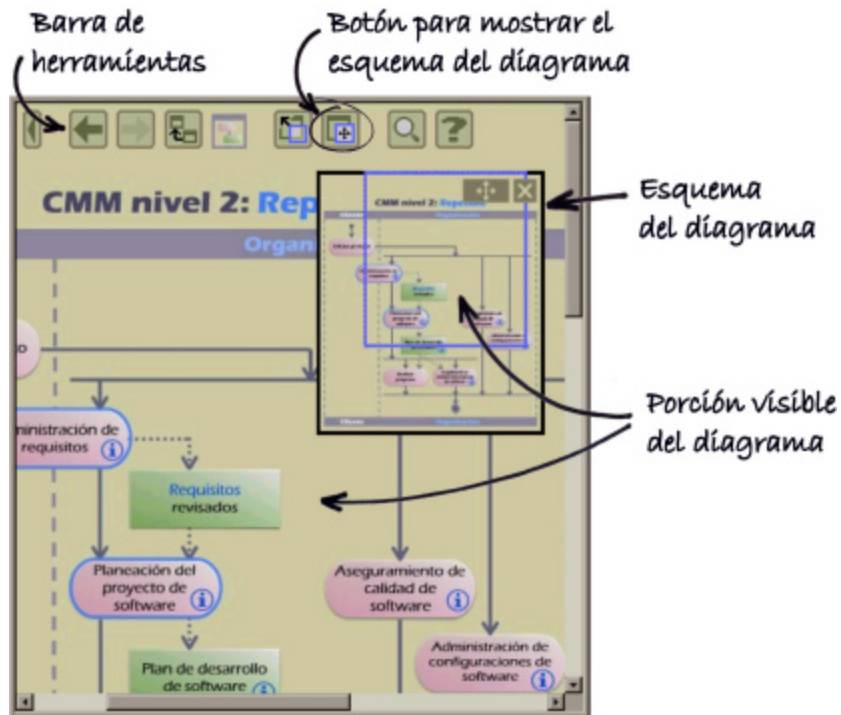


Fig. 7.5 Cuando el usuario inspecciona imágenes grandes, el uso de las barras de desplazamiento es adecuado sólo cuando el tamaño de la imagen es menor que tres a cinco veces el tamaño de la ventana. Con imágenes mayores, se ha comprobado la utilidad de usar una pequeña ventana adicional con una vista completa de la imagen original. Se sugiere que la porción actualmente visible de la imagen original se resalte en la nueva ventana, y que cualquier cambio se refleje inmediatamente en ambas. La proporción entre el tamaño de la imagen original y la reducción, o “factor de magnificación”, debe encontrarse entre 5 y 30; o bien, para imágenes aún mayores, se sugieren ventanas adicionales con reducciones intermedias [Shneiderman 1998].

En el sitio WEB de este trabajo, las páginas que muestran diagramas de actividades incluyen el “esquema del diagrama”. El esquema del diagrama es una reducción del diagrama de actividades, que resalta la porción visible de éste mediante un recuadro azul. Asimismo, es posible cambiar la porción visible del diagrama arrastrando el recuadro azul del esquema. El objetivo de esta herramienta es informar al usuario cuál es su ubicación actual dentro del diagrama de actividades (CE “Incitación”).

El factor de magnificación para el esquema del diagrama sólo es de 3, ya a que un factor mayor no permitiría distinguir los elementos del diagrama de actividades en el esquema (CE “Legibilidad”).

Otra forma de atender el CE “Incitación” es proporcionar una ayuda en línea. No importa que tan bien diseñado esté un sitio WEB, de cualquier forma debe proporcionarse algún tipo de ayuda en línea, o al menos una lista de las preguntas más frecuentes [Pearrow 2000]. La ayuda debe estar formulada con base en sentencias cortas, enfocada en las tareas que realiza el usuario y en su propio lenguaje, es decir, evitando tanto términos técnicos ajenos a él, como referencias constantes a la computadora [Allwood, Kalen 1997]. Los conceptos se presentan en una secuencia lógica, incrementando gradualmente el nivel de dificultad, asegurándose que cada concepto sea usado sólo en secciones subsecuentes, y que todos los temas tengan una extensión similar. Si bien las ayudas en línea tienen la cualidad de estar disponibles inmediatamente, debe considerarse, sin embargo, que tienen el inconveniente de que su presentación no tiene la resolución de los manuales impresos, lo que implica un esfuerzo adicional al consultarlas [Shneiderman 1998]. Por último, es conveniente aclarar que la función de las ayudas nunca será compensar una interfaz pobremente diseñada [Kearsley 1988] (Fig. 7.6).

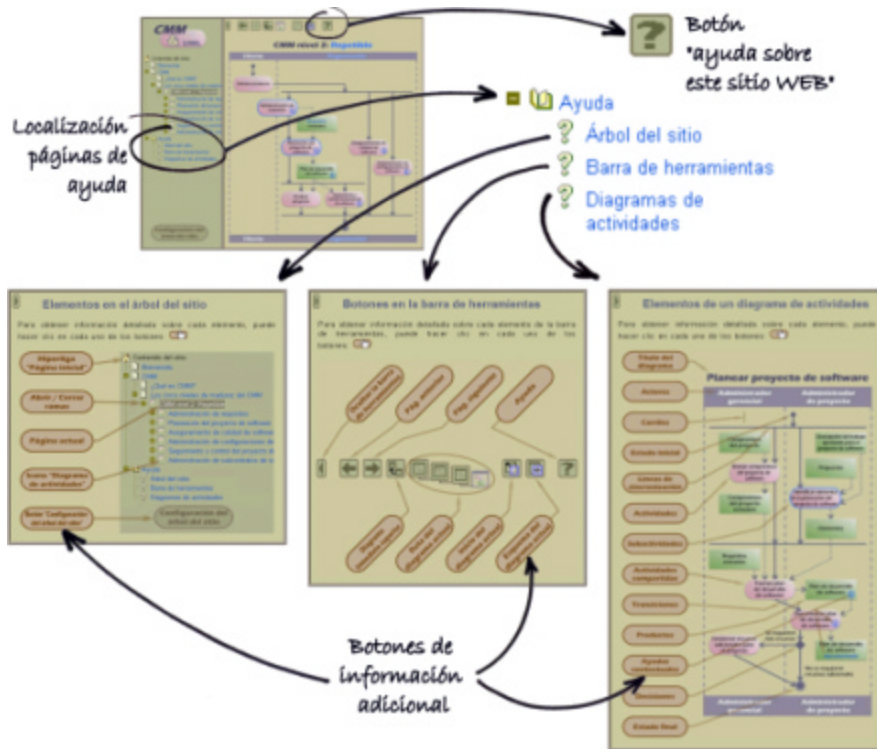


Fig. 7.6 Se proporciona una ayuda en línea para el sitio WEB (CE "Incitación"). Los tres temas de ayuda se encuentran en páginas separadas con una extensión similar; además, se presentan en un orden ascendente de complejidad. En cada tema de ayuda se incluyen figuras de ejemplo a fin de mostrar gráficamente los conceptos que se tratan. Ver también la figura 9.20.

Para navegar hacia la página principal de la ayuda, puede hacerse clic en el botón "ayuda sobre este sitio WEB" de la barra de herramientas, o bien en la liga "Ayuda" del árbol del sitio. Debido a que se proporciona más de una forma para navegar hacia la misma página, esta cualidad se relaciona con el CE "Flexibilidad".

La decisión de separar la ayuda en varias páginas, así como en el caso de las páginas que se encuentran bajo el nodo "CMM" del árbol del sitio, obedece al CE "Densidad de la información". De esta forma, se cuida que el usuario explore artículos de un tamaño manejable. Además, al limitar el tamaño de las páginas, se evita emplear índices de hipervínculos que conduzcan hacia diferentes partes de la misma página, lo cual comúnmente causa confusión en el usuario [Spool et. al. 1999].

En el encabezado y al final de cada una de las páginas de la ayuda se encuentran las ligas: "tema anterior", "siguiente tema" e "ir al índice de la ayuda". Estas ligas sugieren al usuario que estas páginas forman parte de un cuerpo de temas relacionados entre sí (CE "Incitación"). Asimismo, la liga "tema anterior" de la página inicial aparece inactiva, ocurriendo lo mismo para el caso de la liga "siguiente tema" de la página final. La presentación de las ligas inactivas le informa al usuario que se encuentra al principio, o al final, del grupo de páginas relacionadas (CE "Incitación"). Finalmente, la recomendación de colocar estas ligas no sólo al inicio de la página, sino también al final de ésta, se propone en [Spool et. al. 1999].

Las figuras de las páginas de ayuda contienen "botones de información adicional". Al hacer clic en estos elementos gráficos, en color café, aparecen ayudas contextuales con información adicional sobre el aspecto que señala cada botón. Estos botones se encuentran alineados e igualmente espaciados, a fin de que el usuario los localice fácilmente y los identifique como miembros de una misma categoría (CE "Agrupación/distinción por localización"). Asimismo, el tamaño, los colores, y el estilo homogéneo de las leyendas escritas en estos botones, refuerzan su presencia como miembros de una misma categoría, aún al aparecer en diferentes páginas (CE "Agrupación/distinción por formato").

7.2.2 *elem* Agrupación/Distinción por localización

Se refiere a la localización relativa de los elementos de una interfaz a fin de indicar si pertenecen o no a una determinada clase. Así, el usuario intenta aislar todos los objetos de una categoría determinada y los agrupa perceptualmente en una sola imagen, facilitándole su interacción con la interfaz. A este fenómeno se le denomina *percepción selectiva* [Mullet, Sano 1995] (Figs. 7.4, 7.6 y 7.7).

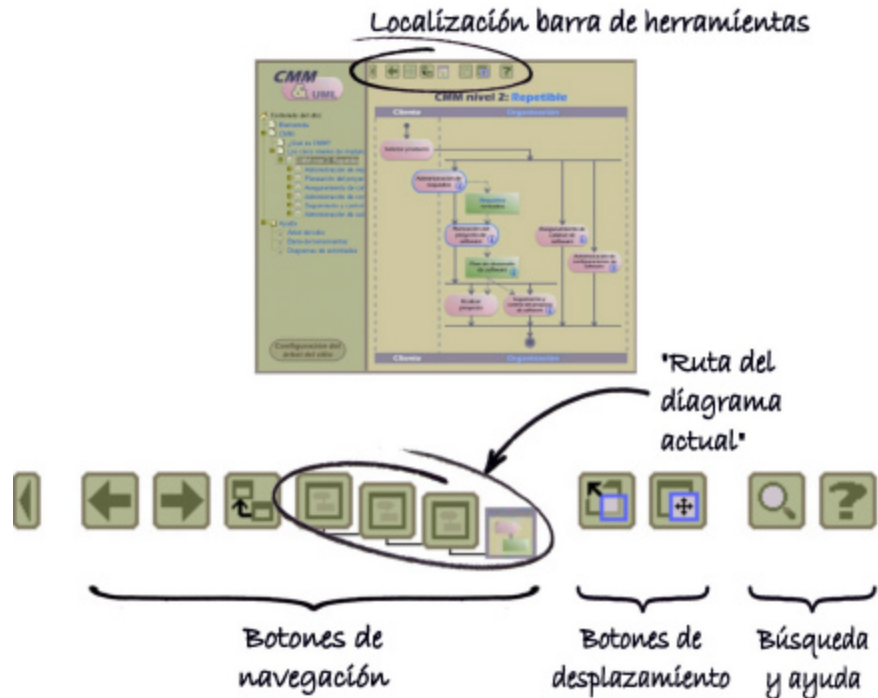


Fig. 7.7 Los botones de la barra de herramientas se encuentran alineados e igualmente espaciados en la parte superior de la zona de trabajo del sitio WEB. El resultado de este arreglo es la presentación del grupo de botones como una sola figura: la barra de herramientas (CE "Agrupación/distinción por localización"). Notar que dentro de la misma barra existen tres grupos diferentes de botones: navegación, desplazamiento y búsqueda/ayuda. Estos grupos se delimitan mediante un espaciado mayor entre los botones. Asimismo, el conjunto de botones que representa al anidamiento de diagramas de actividades ("Ruta del diagrama actual") tiene un espaciado menor, de tal forma que aparece como un elemento integrado por sí mismo. Ver también las figuras 7.15, 7.32, 7.34, 7.37, 7.40, 7.41 y 9.9.

Asimismo, el tamaño, los colores, y el estilo homogéneo de los iconos de cada uno de los botones de la barra de herramientas, refuerzan su presencia como una sola figura (CE "Agrupación/distinción por formato").

Finalmente, los ideogramas de cada botón expresan su mensaje con un mínimo de elementos gráficos: máximo, tres elementos (CE "Concisión"). El objetivo de un diseño simple y directo es representar exclusiva y claramente la acción que ejecutan (CE "Significación de códigos").

7.2.3 *elem* Agrupación/Distinción por formato

Se refiere a las características gráficas (formato, color, etc.) que indican si un elemento de una interfaz pertenece o no a una determinada clase. Así, los elementos resaltados de la misma forma se perciben como relacionados entre sí. En particular, el uso de códigos de color es especialmente poderoso para ligar elementos relacionados [Shneiderman 1998] (Figs. 7.4, 7.6 a 7.11, 9.9 y 9.15).



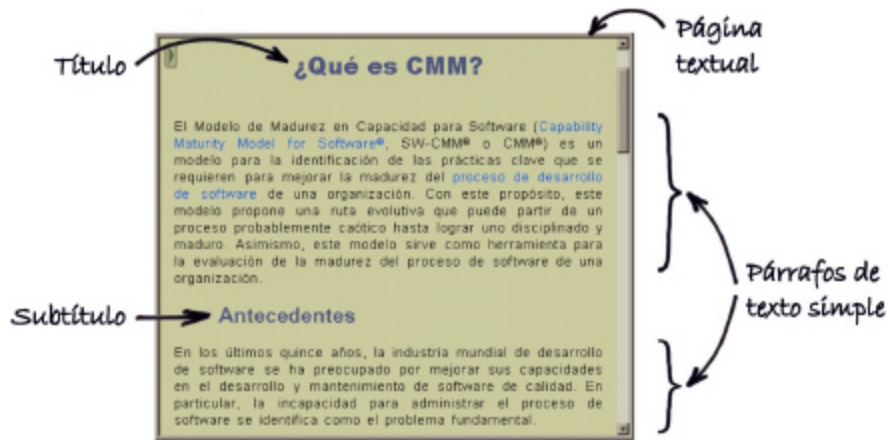


Fig. 7.8 Las características gráficas (color, tamaño y posición) de la letra usada en los títulos y subtítulos de las páginas de texto, los habilitan como agrupadores de los párrafos que aparecen a continuación. Asimismo, se observa que, debido a sus características gráficas, los títulos aparecen como agrupadores de mayor jerarquía que los subtítulos (CE "Agrupación/distinción por formato").

Asimismo, puede observarse una diferencia clara de los títulos y subtítulos con respecto al texto simple, en cuanto a su localización, color y tamaño (CE "Significación de códigos").



Fig. 7.9 Cada uno de los elementos principales de los diagramas de actividades (actividades y productos) poseen características comunes de formato (forma, tamaño y color), que los identifica como pertenecientes a la misma categoría (CE "Agrupación/distinción por formato")



Fig. 7.10 En los diagramas de actividades, las ayudas contextuales se representan en color verde. Para el resto del sitio WEB se muestran en color café. Así, el usuario observa dos categorías de ayudas contextuales (CE "Agrupación/distinción por formato").

Además, se observa que todas las ayudas contextuales poseen la misma estructura: barra de título y cuerpo de la ayuda. Asimismo, en la barra del título se reproduce el texto que designa al elemento relacionado con la ayuda contextual (CE "Consistencia").

#### 7.2.4 *elem* Retroalimentación inmediata

En todos los casos, se deberá proporcionar una respuesta rápida por parte del sistema, agregando información sobre la transacción solicitada y su resultado. La ausencia o el retraso de esta retroalimentación puede frustrar, desconcertar y molestar al usuario, haciéndole sospechar que el sistema ha fallado. Como consecuencia de lo anterior, el usuario puede efectuar acciones que interrumpen o interfieran con el proceso actualmente en marcha.

Para acciones frecuentes y menores, la respuesta del sistema puede ser discreta, mientras que para acciones infrecuentes y de mayor importancia, la respuesta debe ser más notoria. Por otro lado, al finalizar un grupo de acciones, el sistema debe brindar una sensación de satisfacción por el cumplimiento de la tarea, y una indicación de que se encuentra libre y listo para el siguiente grupo de acciones [Shneiderman 1998].

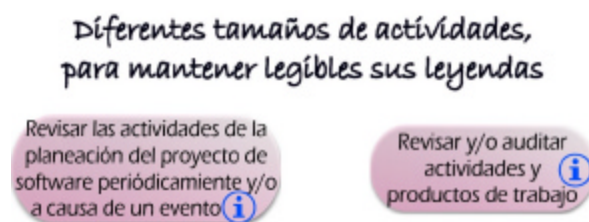
El usuario trabaja rápida y productivamente cuando efectúa tareas repetitivas con tiempos de respuesta cortos. Cuando se requiere la solución de problemas complejos y existen varias formas de resolverlos, los usuarios pueden adaptar su estilo de trabajo a tiempos de respuesta lentos, sin pérdidas de productividad; sin embargo, su satisfacción decrece en la medida en que los tiempos de respuesta se alargan. En todo caso, se deben hacer serios esfuerzos por evitar las respuestas extremadamente lentas, o bien, si esto es inevitable, se debe proporcionar al usuario información que indique el progreso de la operación actualmente en curso [Shneiderman 1998].

En el diseño de sitios WEB debe optimizarse el espacio de memoria que ocupan las imágenes, a fin de garantizar tiempos de respuesta razonables. Con este mismo propósito, se recomienda reusar las imágenes de uso frecuente, ya que éstas permanecen en el caché del explorador, evitando así la necesidad de tramitar nuevas peticiones al servidor [Pearrow 2000]. De cualquier forma, si el usuario detecta que necesitará la información contenida en una imagen, esperará el tiempo que se requiera hasta que sea visible. Finalmente, si se emplean imágenes como hiperligas, se sugiere complementarlas con ligas textuales, ya que éstas son visibles mucho antes de que las imágenes terminen de cargarse [Spool et. al. 1999] (Fig. 9.20).

En el sitio WEB de este trabajo, la respuesta asociada a todas sus ligas y funcionalidades es claramente perceptible y prácticamente inmediata. Solamente existe un pequeño retardo en la aparición de los tooltips, sin embargo, este comportamiento es deseable, pues así se evita sobrecargar de información al usuario (ver inciso 7.2.6) (Fig. 7.1). Por último, la cantidad de memoria que ocupan las imágenes que contienen los diagramas de actividades se compactó un 10%, a fin de mantener adecuados tiempos de respuesta asociados a la navegación, pero sin sacrificar la calidad y legibilidad de las imágenes (ver inciso 7.2.5).

#### 7.2.5 *elem* Legibilidad

Se refiere a las características de la información presentada en la pantalla que pueden facilitar u obstaculizar su lectura, como por ejemplo brillantez, contraste respecto al fondo de la pantalla, tamaño, espaciamiento, etc. (Figs. 7.5, 7.11 y 7.12).



*Fig. 7.11 El tamaño de la letra de actividades, productos y actores, dentro de los diagramas de actividades, se mantiene siempre en un tamaño legible (CE “Legibilidad”). En algunos casos se decide cambiar el tamaño de estos elementos a fin de no reducir demasiado el tamaño de la letra. Aunque estos elementos aún poseen características, como el color y la forma, que los distinguen como pertenecientes a una determinada categoría, se observa en este caso que, al cambiar el tamaño de estos elementos, el CE “Legibilidad” prevalece sobre el CE “Agrupación/distinción por formato”.*

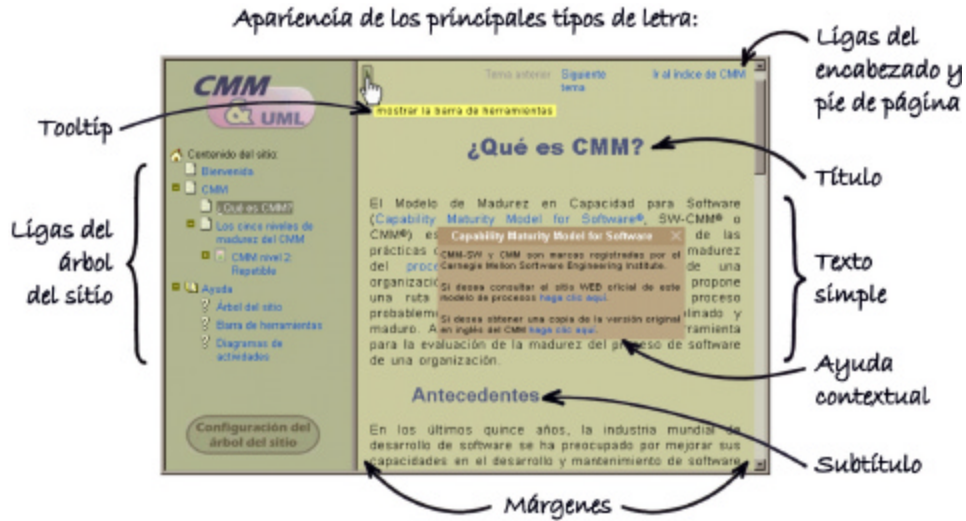


Fig. 7.12 El CE “Legibilidad” se refiere a las características de la información presentada en la pantalla que pueden facilitar u obstaculizar su lectura. En esta figura se muestran algunos ejemplos:

- El formato de todos los textos (texto normal, títulos y subtítulos en las páginas del sitio, hiperligas del árbol del sitio, ayudas contextuales y tooltips) se elige cuidando explícitamente su legibilidad. En el explorador Netscape 4 se proponen valores particulares para algunos parámetros que dan formato al texto, pues posee un sistema de unidades diferente respecto a los exploradores Internet Explorer 4+ y Netscape 6+.
- Los títulos aparecen centrados y separados del texto simple. Asimismo, los subtítulos aparecen con sangría y separados del texto simple.
- El tono azul de las hiperligas textuales contrasta suficientemente con todos los fondos sobre los que están colocadas.
- Existe un margen izquierdo y derecho en las páginas textuales, a fin de que el usuario tenga la certeza de que no existe texto más allá de los bordes laterales de la ventana del explorador.

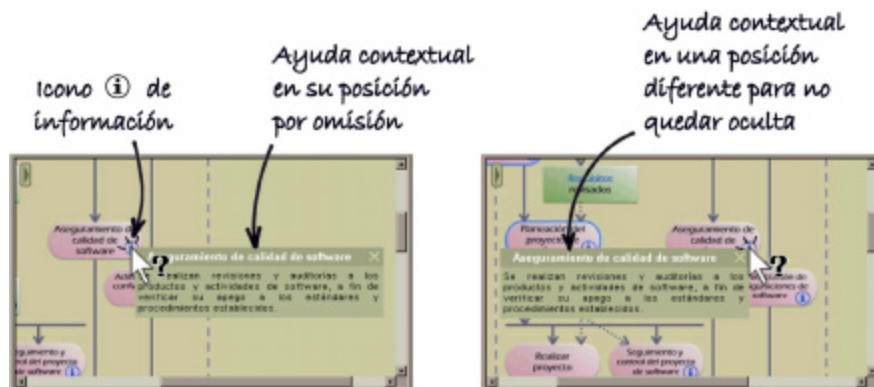


Fig. 7.13 En los diagramas de actividades existen dos tipos de ligas mediante las cuales se muestran ayudas contextuales: ligas de texto y el icono de información ⓘ. Cuando se hace clic en una liga de texto, la ayuda contextual aparece centrada debajo del texto; mientras que en el caso del icono de información ⓘ, aparece abajo y hacia la derecha de éste. Sin embargo, es posible que la posición de la liga dentro de la ventana del explorador no permita visualizar la ayuda contextual. En estos casos, la ayuda contextual aparecerá en una posición tal que permita su lectura, aunque diferente de la posición por omisión, ahorrando al usuario la necesidad de realizar desplazamientos horizontales de la ventana del explorador (CE “Acciones mínimas”).

No obstante, este comportamiento desatiende el CE “Consistencia”, ya que para una liga determinada la ayuda contextual no siempre aparece en la misma posición.

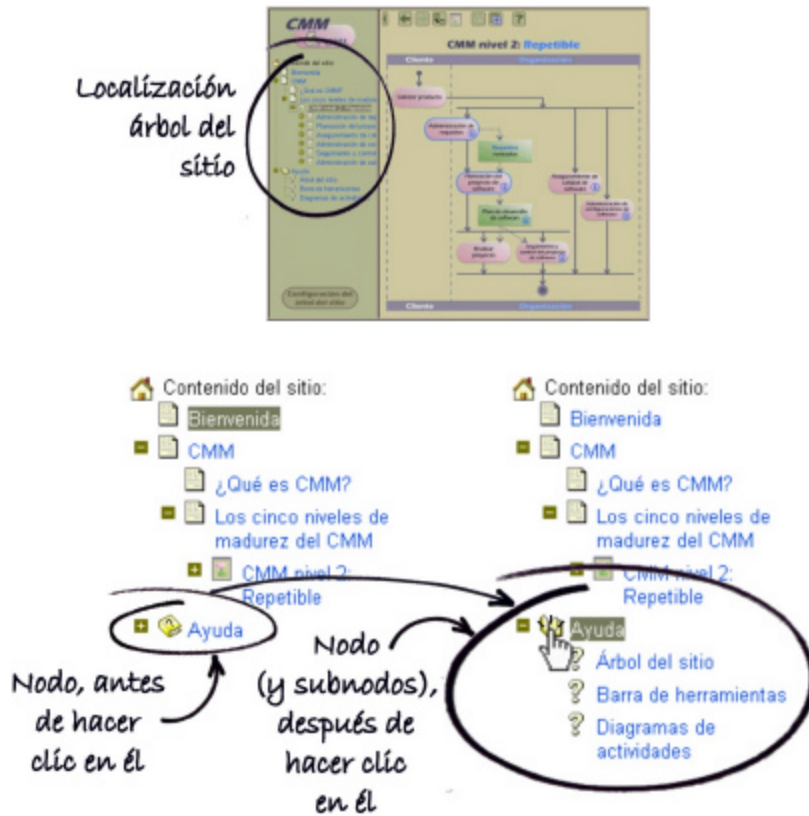


Fig. 7.14 Al hacer clic en algún nodo del árbol del sitio, además de navegar hacia esa página, se abre ese nodo del árbol para mostrar las páginas que contiene (CE “Acciones mínimas”). Aunque esta segunda acción no fue solicitada, desatendiendo al CE “Acción explícita del usuario”, este comportamiento es familiar para el usuario que emplea el explorador de archivos de Windows (CE “Compatibilidad”). Si el usuario exclusivamente desea abrir un nodo, sin navegar hacia él, basta con hacer clic en el icono “+” asociado. Debido a que sólo se efectúa la acción esperada, sin ejecutarse ninguna acción adicional, esta última característica le corresponde al CE “Acción explícita del usuario”. Cabe mencionar que este comportamiento también es similar al del explorador de archivos de Windows (CE “Compatibilidad”).

7.2.6 *elem* Concisión

Se refiere a la carga perceptual o cognitiva que implica para el usuario cada uno de los elementos de información que recibe o entrega. Debido a que la memoria humana de corto plazo es limitada, su sobrecarga puede conducir a errores (Figs. 7.1, 7.7 y 7.20).

7.2.7 *elem* Acciones mínimas

Se refiere al número de acciones necesarias para completar una tarea. El objetivo es reducirlas tanto como sea posible (Figs. 7.13, 7.14, 7.28, 8.5 y 9.21). Sin embargo debe evitarse realizar acciones que el usuario no ha solicitado explícitamente (ver inciso 7.2.9).

7.2.8 *elem* Densidad de la información

Se refiere a la carga perceptual y cognitiva que involucra el conjunto de toda la información presentada al usuario. El desempeño del usuario se perjudica si la densidad de la información es demasiado alta o demasiado baja. Así, los elementos que no están relacionados con la tarea actual deben removerse (Figs. 7.15, 7.16, 7.21, 8.1 y 9.19).



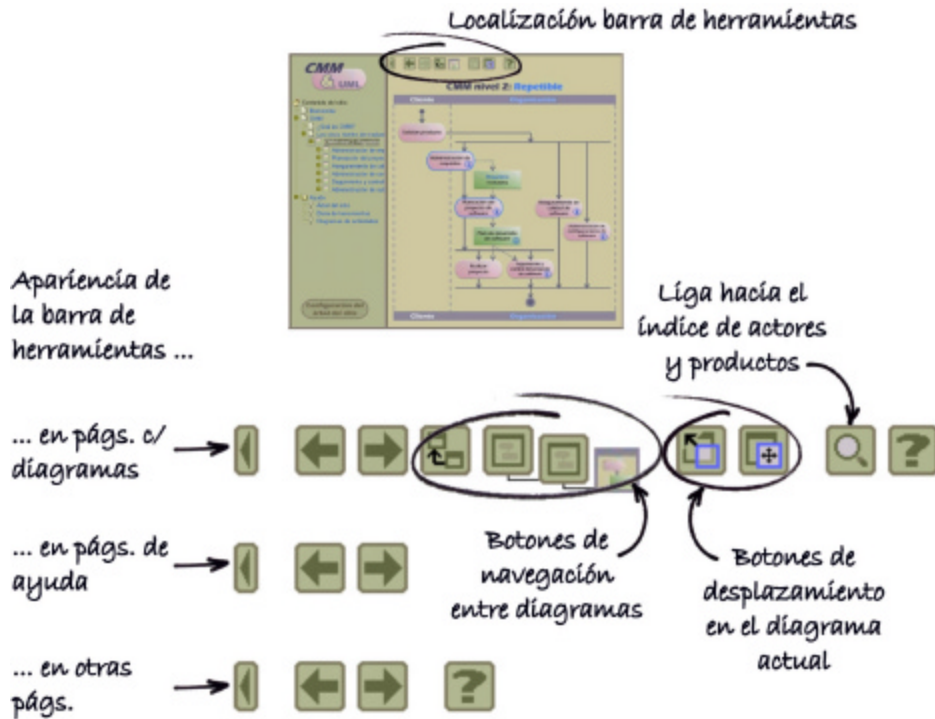


Fig. 7.15 La barra de herramientas muestra sólo los botones pertinentes para la página actualmente visible.

Así, sólo se muestran los elementos que puede emplear el usuario en cada página del sitio WEB (CE "Densidad de la información"). Sin embargo, al variar la presentación de la barra de herramientas de una página a otra, se sacrifica el CE "Consistencia".



Fig. 7.16 Las opciones de configuración del árbol del sitio se encuentran en una ventana aparte, la cual sólo es visible si se oprime el botón "Configuración del árbol del sitio". De esta forma, se evita la presentación de elementos no relacionados con las actividades de navegación por el sitio WEB (CE "Densidad de la información").

Además, el hecho de que se proporcione un medio para modificar la presentación del árbol del sitio, responde al CE "Flexibilidad".

El lugar donde aparece una nueva ventana es un aspecto fundamental de la usabilidad de los sistemas [Shneiderman 1998]. Comúnmente, la solución más efectiva es abrir la nueva ventana cerca del foco, a fin de limitar el movimiento ocular del usuario. En el sitio WEB, la ventana de configuración aparece justo arriba y a la derecha de la posición en la que se hizo clic con el puntero del ratón.

El *agrupamiento* es una de las técnicas que emplea el ser humano para recordar información. Al emplear esta técnica, el usuario reduce grandes cantidades de información en varios conjuntos pequeños. Se ha demostrado que se pueden reconocer rápidamente siete +/- dos piezas de información no relacionadas a la vez, y retenerlas en la memoria de corto plazo por un período de 15 a 30 segundos [Miller 1956]. Este es un hecho que debe tomarse en cuenta, a fin de mantener interfaces simples y sólo con la información necesaria para resolver la tarea actual. Debe evitarse incluir información adicional, ya que el desempeño puede disminuir por esta causa. Asimismo, debido a este fenómeno, debe evitarse que el usuario deba recordar información de una ventana, para utilizarla en otra posterior [Shneiderman 1998] (Fig. 7.17). Finalmente, se ha observado que, cuando la tarea del usuario es enfocarse en la búsqueda de información a través de sitios WEB, los objetos diseñados para atraer a quienes sólo desean navegar, constituyen distracciones que desvían al usuario de su tarea [Spool et. al. 1999]. Así, se sugiere que, si no existe un beneficio en agregar algo a un sitio WEB, no se agregue; ya que cada imagen, cada segmento de texto y cada animación deben competir por la atención del usuario [Pearrow 2000].

Al diseñar el tamaño adecuado para artículos que se publicarán en sitios WEB, los investigadores han descubierto que varios artículos pequeños son preferibles, en vez de unos pocos artículos extensos [Shneiderman 1998] (Fig. 7.6). De cualquier forma, deben evitarse los escritos extensos, ya que el efecto fisiológico de leer un documento en pantalla es sensiblemente diferente al de leerlo en papel, por las siguientes razones [Pearrow 2000]:

1. La resolución de la pantalla da como resultado un texto "granulado".
2. Al leer un documento en papel, se tiene la libertad de adoptar casi cualquier postura.
3. Ya que la mayoría de los monitores están hechos de vidrio, exhiben de manera natural cierto grado de reflexión.
4. Aún cuando las imágenes, en un monitor, aparecen como sólidas, realmente se observa una pantalla que constantemente se redibuja rápidamente.

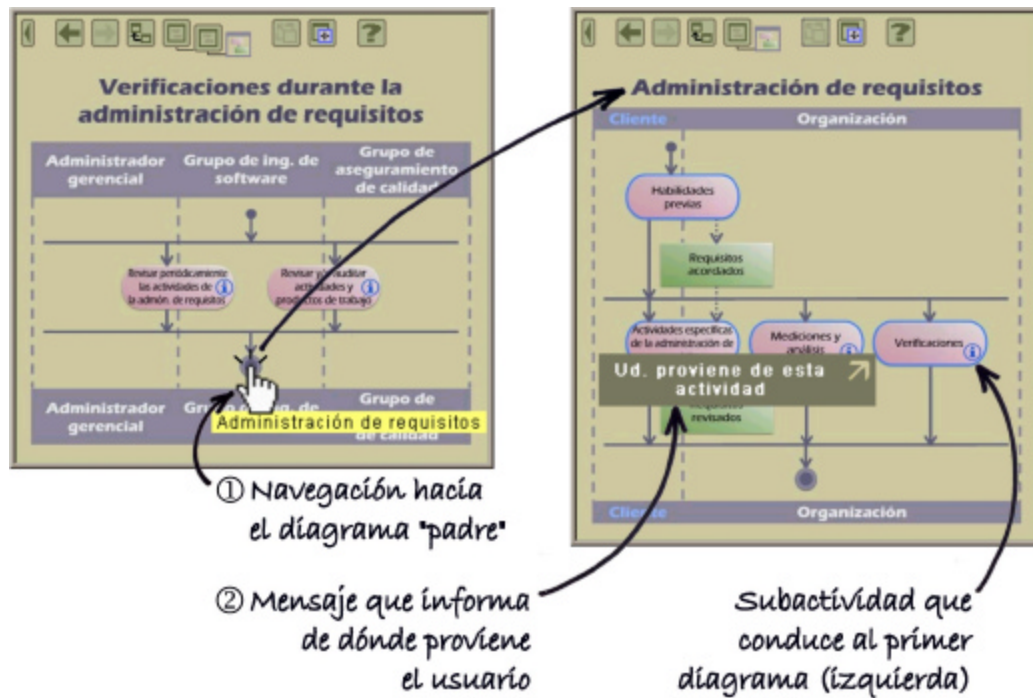


Fig. 7.17 Al navegar entre diagramas de actividades, el usuario es informado por el sistema acerca de su procedencia. Esta cualidad permite que el usuario no requiera recordar cuál era el diagrama de donde provenía antes de navegar hacia el diagrama actual (CE "Densidad de la información").

A fin de garantizar que, con cualquier resolución de pantalla o tamaño de explorador, estos mensajes sean visibles, se realiza un desplazamiento automático en la ventana del explorador (no mostrado en esta figura). No obstante, en este caso se está violando el CE "Acción explícita del usuario", pues el desplazamiento en la ventana del explorador es una acción no solicitada explícitamente por el usuario, y adicional a la acción de navegación recién efectuada.

### 7.2.9 *elem* Acción explícita del usuario

La computadora debe procesar exclusivamente las acciones solicitadas el usuario y sólo cuando sean explícitamente pedidas (Figs. 7.14, 7.17 y 7.18).

### 7.2.10 *elem* Control del usuario

El usuario siempre debe tener el control de los procesos del sistema. Los debe poder interrumpir, cancelar, detener y continuar. Estas características liberan al usuario de ansiedad, y lo animan a la exploración de nuevas opciones con el sistema [Shneiderman 1998]. Así, debe anticiparse cualquier posible acción del usuario, y en cada caso ofrecer las opciones apropiadas (Fig. 9.18).

Los usuarios experimentados desean sentir que están al mando del sistema y que éste responde acorde a sus acciones. Por este motivo, el diseño de un sistema debe concebir al usuario como el "iniciador" de las acciones, más que como quien reacciona ante las acciones del sistema [Shneiderman 1998].

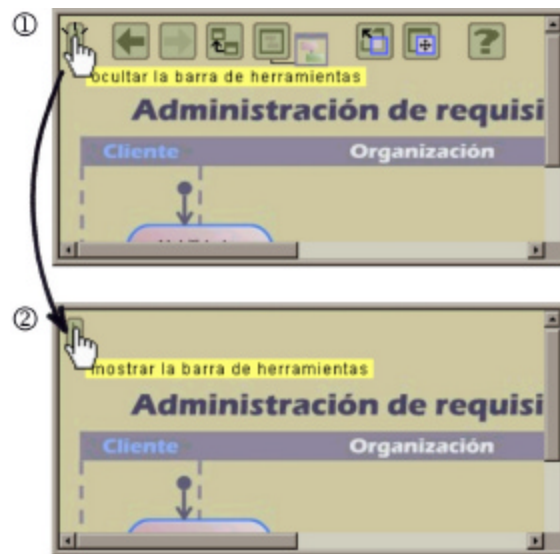
En el sitio WEB de este trabajo no se realiza ningún proceso con información proporcionada por el usuario. Además, todas las acciones que se pueden ejecutar son unitarias. Debido a esto, no existe ningún medio para cancelar algún proceso. No obstante, los botones "mostrar la página anterior" y "mostrar la página siguiente" de la barra de herramientas, funcionan como medios para cancelar/rehacer las acciones de navegación ejecutadas.

### 7.2.11 *elem* FI exhibil idad

Se refiere a los medios disponibles para los usuarios para personalizar la interfaz, a fin de considerar sus hábitos y estrategias particulares de trabajo. Flexibilidad es la capacidad de la interfaz de adaptarse a las necesidades particulares del usuario (Figs. 7.16, 7.18 y 7.19).

Este criterio se refleja, también, en el número de formas posibles de llevar a cabo una tarea (Figs. 7.20, 7.21 y 7.22).

En el diseño de sitios WEB, en particular, se aconseja incluir diferentes medios de navegación redundante [Pearrow 2000] (Figs. 7.6, 7.23 y 7.24).



*Fig. 7.18 Es posible ocultar y mostrar la barra de herramientas, mediante los botones "ocultar la barra de herramientas" y "mostrar la barra de herramientas". Esta característica le permite al usuario modificar la configuración de la interfaz, por lo que se relaciona con el CE "Flexibilidad".*

*Si se oculta la barra de herramientas, permanecerá oculta, independientemente de las operaciones de navegación que efectúe el usuario (CE "Consistencia"). Así, sólo se volverá a mostrar si el usuario hace clic en el botón "mostrar la barra de herramientas" (CE "Acción explícita del usuario").*

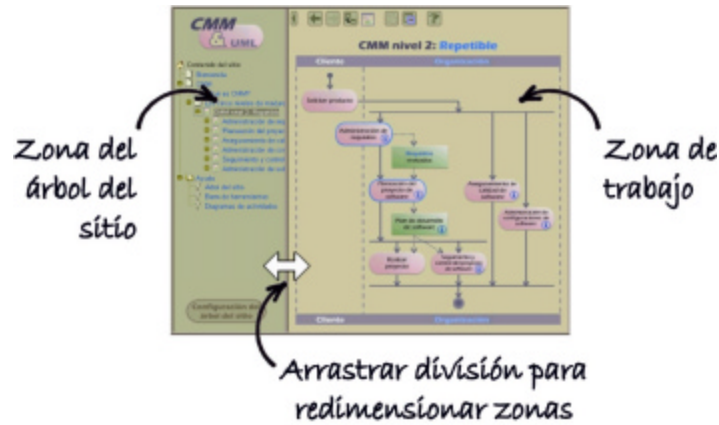


Fig. 7.19 Es posible redimensionar las zonas de trabajo y del árbol del sitio, arrastrando la línea que las divide. Esta característica le permite al usuario modificar la configuración de la interfaz, por lo que se relaciona con el CE “Flexibilidad”.

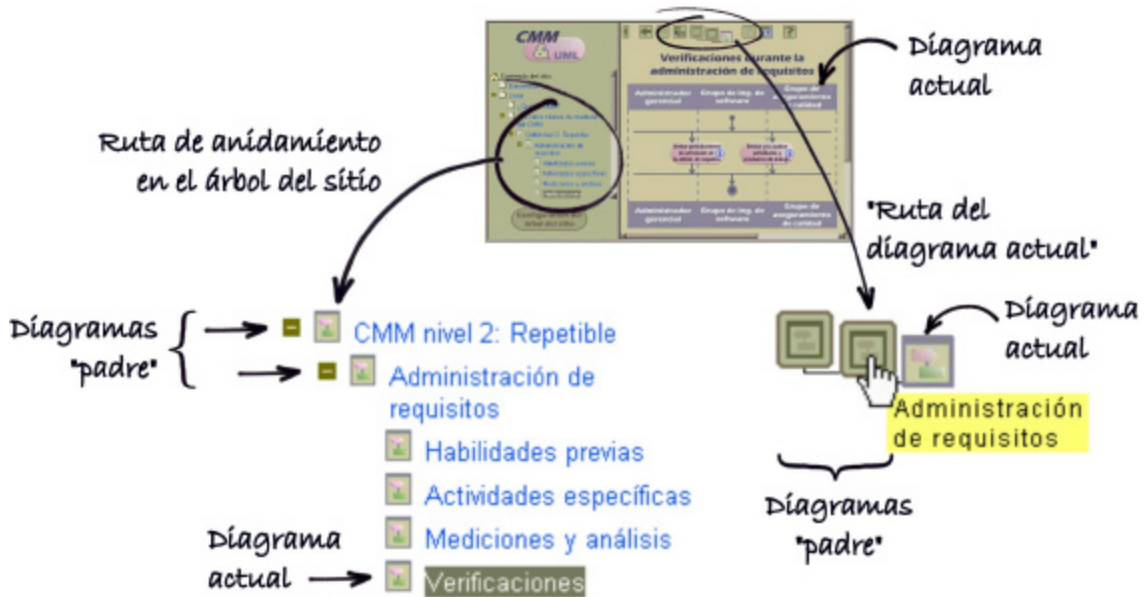


Fig. 7.20 Si bien, es posible, mediante el árbol del sitio, averiguar la ruta de anidamiento de diagramas que conducen al diagrama de actividades actual; esta misma información puede obtenerse mediante el grupo de botones de la barra de herramientas denominado “Ruta del diagrama actual”. Si el usuario coloca el puntero del ratón sobre los botones de la ruta del diagrama actual, aparecen tooltips con el nombre de los diagramas de actividades que se encuentran en dicha ruta. Dado que se ofrece más de una forma para obtener la información del anidamiento del diagrama actual, se atiende al CE “Flexibilidad”. Además, se observa que, a diferencia del árbol del sitio, la ruta del diagrama actual posee la información mínima indispensable para comunicarle al usuario dónde se encuentra, además de servir como herramienta de navegación a través de dicha ruta (CE “Concisión”).

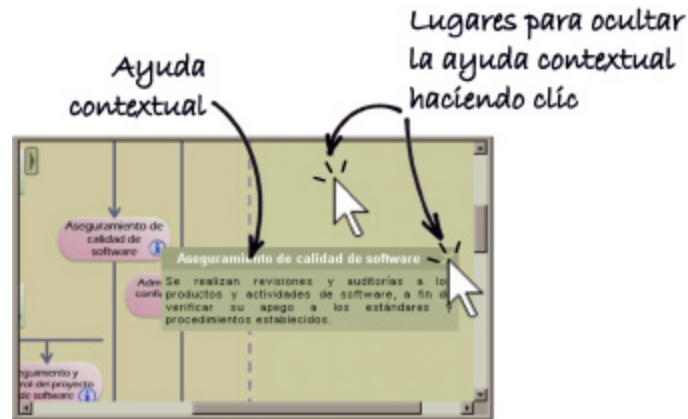



Fig. 7.21 Existen dos formas de ocultar una ayuda contextual: hacer clic en el botón  de la ayuda, o bien hacer clic en cualquier parte de la página excepto el área de la ayuda contextual.

Debido a que se proporciona más de una forma para realizar la misma tarea, este comportamiento se relaciona con el CE “Flexibilidad”. Además, el usuario probablemente anticipe cualquiera de las dos formas, pues ambos comportamientos se ofrecen en diversas aplicaciones comerciales (CE “Compatibilidad”).

La decisión de colocar parte del documento del CMM en ayudas contextuales, que están ocultas hasta que el usuario las consulta, obedece a la necesidad de no abrumar al usuario con toda la información disponible. De tal forma que, únicamente se le proporciona la información esencial a través de los demás elementos de los diagramas de actividades, y sólo en los casos en que requiera mayor información, la consulte en las ayudas contextuales respectivas (CE “Densidad de la información”).

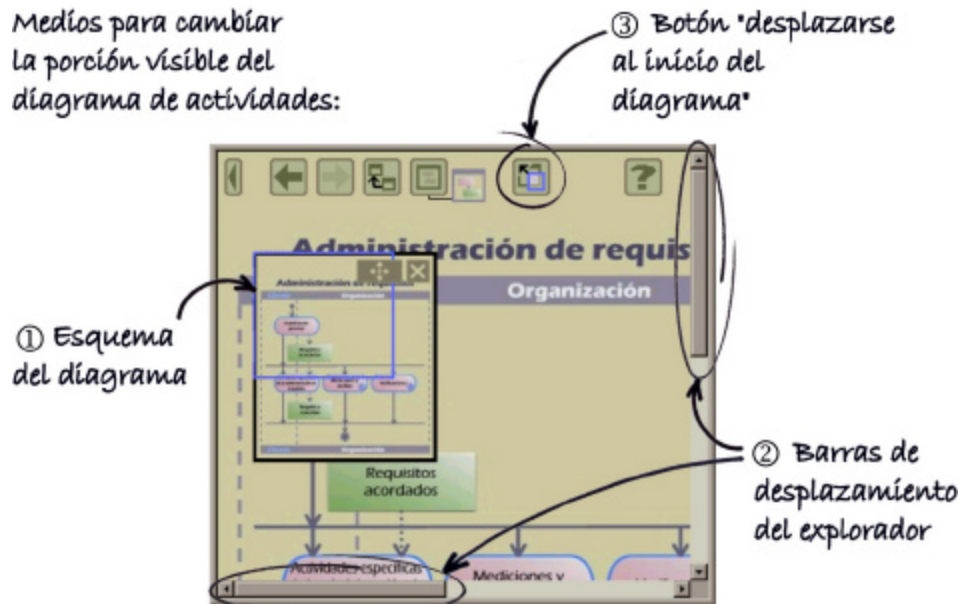


Fig. 7.22 En páginas que muestran diagramas de actividades, si se desea cambiar la porción actualmente visible, pueden emplearse tanto las barras de desplazamiento de la ventana del explorador, como el “esquema del diagrama”. Asimismo, si se desea desplazar hasta la parte superior del diagrama, puede emplearse el botón “desplazarse al inicio del diagrama” de la barra de herramientas.

Debido a que se proporciona más de una forma para realizar la misma tarea, este comportamiento se relaciona con el CE “Flexibilidad”.



Medios para navegar hacia el diagrama asociado con una subactividad:

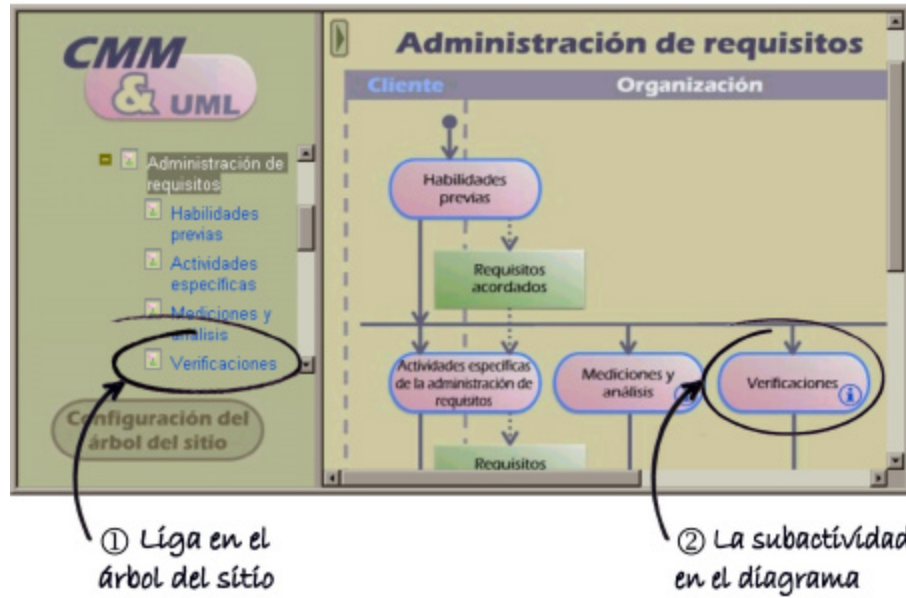


Fig. 7.23 En páginas que muestran diagramas de actividades, es posible navegar al diagrama asociado a una subactividad, haciendo clic en ésta, o bien, mediante el árbol del sitio. Debido a que se proporciona más de una forma para navegar hacia la misma página, esta cualidad se relaciona con el CE “Flexibilidad”.

Medios para navegar hacia el diagrama inmediato superior:

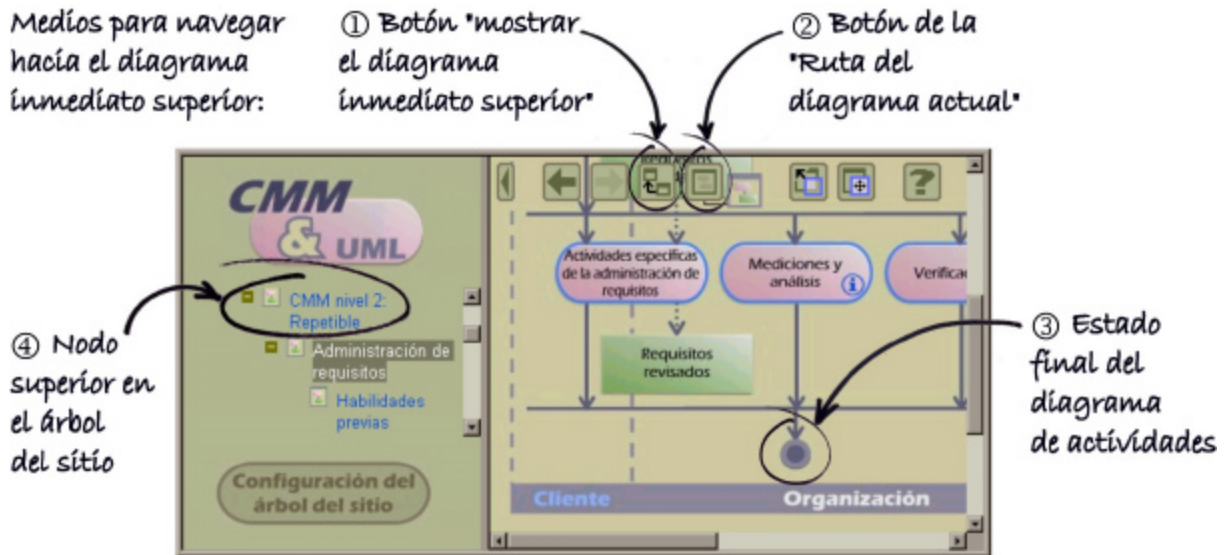


Fig. 7.24 En páginas que muestran diagramas de actividades, existen cuatro elementos diferentes mediante los cuales se puede navegar hacia el diagrama inmediato superior:

- Botón “mostrar el diagrama inmediato superior” de la barra de herramientas.
- Botón de la “Ruta del diagrama actual” de la barra de herramientas.
- Estado final del diagrama de actividades.
- Nodo superior en el árbol del sitio.

Debido a que se proporciona más de una forma para navegar hacia la misma página, esta cualidad se relaciona con el CE “Flexibilidad”.

### 7.2.12 *elem* Experiencia del usuario

Se refiere a los medios disponibles para considerar el nivel de experiencia del usuario.

Las diferencias entre individuos pueden ser amplias. Además, el usuario generalmente aumenta su rapidez en la medida en que adquiere experiencia, y cambiará sus estrategias de trabajo en función de los cambios en los tiempos de respuesta de los sistemas. Por lo anterior, resulta útil permitirle su propio ritmo de interacción con las interfaces.

El nivel de experiencia de cada usuario requiere de características diferentes en los sistemas. En [Shneiderman 1998] se considera que existen tres tipos principales de usuario:

1. **Novatos y principiantes.** Los novatos tienen un conocimiento limitado tanto de su tarea y de la interfaz con la que esperan efectuarla. Por otro lado, los principiantes conocen los conceptos relacionados con su tarea, pero entienden sólo superficialmente la interfaz que deben emplear. Ambos tipos de usuario pueden experimentar ansiedad respecto al uso del sistema, lo que inhibe su aprendizaje.  
Así, a fin de llevar a cabo exitosamente sus objetivos, evitando ansiedad y fortaleciendo su confianza, deben realizar cada tarea en un número reducido de acciones. Asimismo, resultan efectivos para estos usuarios, manuales cuidadosamente diseñados y tutoriales en línea.
2. **Intermedios.** Manejan formalmente los conceptos relacionados con su tarea, y conocen con amplitud la interfaz que deben emplear; sin embargo, aún tienen dificultades para retener la estructura lógica del sistema o la localización de ciertas funcionalidades.  
Para estos usuarios, características como un diseño que enfatice el reconocimiento sobre la memorización, secuencias consistentes de acciones y mensajes significativos, les ayudan a redescubrir cómo realizar sus tareas adecuadamente. Estos usuarios se benefician con ventanas de ayuda en línea que proporcionan la información faltante para el uso eficiente de la interfaz. Asimismo, manuales de referencia bien ordenados pueden ser útiles.
3. **Expertos.** Están completamente familiarizados con los conceptos acerca de su tarea y de la interfaz, y adicionalmente, buscan efectuar su trabajo con rapidez; por lo que demandan tiempos de respuesta rápidos, retroalimentación breve y discreta, y la capacidad de llevar a cabo acciones complejas con unos pocos teclazos. Además, pueden manejar presentaciones con grandes cantidades de información. De hecho, se ha demostrado que, para estos usuarios, los tiempos de desempeño son menores con unas pocas, pero densas, ventanas, que con un mayor número de ventanas y menos cargadas. Esta mejora es aún más notable si la tarea que debe resolverse involucra la comparación de información.  
Para estos usuarios se requieren cadenas de comandos, atajos hacia las opciones más frecuentes de los menús, teclas especiales y comandos ocultos.

En el sitio WEB de este trabajo no se provee de ningún medio para usuarios con diferentes niveles de experiencia en el uso de este sistema.

### 7.2.13 *elem* Protección contra errores

Se refiere a los medios disponibles para detectar y prevenir el ingreso de información errónea o la ejecución de comandos erróneos, que puedan tener consecuencias destructivas. La productividad depende no solamente de la rapidez del sistema, sino también de la tasa de los errores cometidos y de la facilidad de recuperarse de éstos (Fig. 7.25).

### 7.2.14 *elem* Calidad de los mensajes de error

Se refiere a la redacción y al contenido de los mensajes de error. A este criterio le compete la relevancia, precisión e inteligibilidad de estos mensajes.

El diálogo de estos mensajes debe: emplear un tono positivo, ser específico y centrado en el usuario [Shneiderman 1998]. En vez de condenar al usuario por su acción equivocada, los mensajes deben indicarle qué hacer para efectuar sus acciones correctamente. Por lo tanto, deben evitarse, o al menos usarse esporádicamente, palabras negativas como "ilegal", "inválido", "mal", etc.



Fig. 7.25 Algunas hiperligas conducen hacia otros sitios WEB. Es posible que la intención del usuario al hacer clic en estas hiperligas no sea salir del sitio WEB. Por este motivo, se muestra un mensaje que advierte sobre esta situación, y además, ofrece la alternativa de cancelar la operación de navegación. En [Pearrow 2000] se sugiere emplear esta técnica. Los usuarios comúnmente tienen el modelo mental de que las ligas dentro de un sitio los conducirán solamente a partes dentro del mismo sitio. De hecho, en ocasiones se ha observado que el usuario no se ha enterado de que ya ha abandonado un sitio WEB [Spool et. al. 1999]. Aunque esta operación de navegación no puede considerarse rigurosamente como un error del sistema, el usuario puede experimentar desconcierto y frustración si realmente no esperaba salir del sitio WEB. Por este motivo, se considera que esta característica se relaciona con el CE “Protección contra errores”.

7.2.15 *elem* Corrección de errores

Se refiere a los medios disponibles para el usuario para corregir sus errores.

El sistema debe diseñarse de tal forma que el usuario no pueda cometer errores serios. Si se comete un error, el sistema debe detectarlo y ofrecer instrucciones simples y específicas para repararlo. Aún en la presencia de acciones erróneas, el estado del sistema debe conservarse, o bien, deberán ofrecerse instrucciones para reestablecer su estado anterior [Shneiderman 1998].

El sitio WEB de este trabajo no procesa información proporcionada por el usuario. Asimismo, cualquier combinación de acciones que efectúe el usuario se traduce en una operación válida, por lo que no es posible cometer errores durante la interacción con el sistema.

7.2.16 *elem* Consistencia

Se refiere a la forma como se mantienen los elementos de la interfaz en contextos similares, y cómo son diferentes cuando se aplican a diferentes contextos.

En situaciones similares se requieren secuencias consistentes de acciones; todos los mensajes, menús y pantallas de ayuda deben mantener la misma terminología; asimismo, debe mantenerse consistentemente un estándar de color, formato, y estilo [Shneiderman 1998] (Figs. 7.10, 7.13, 7.15, 7.18, 7.26, 7.27 y 7.28).

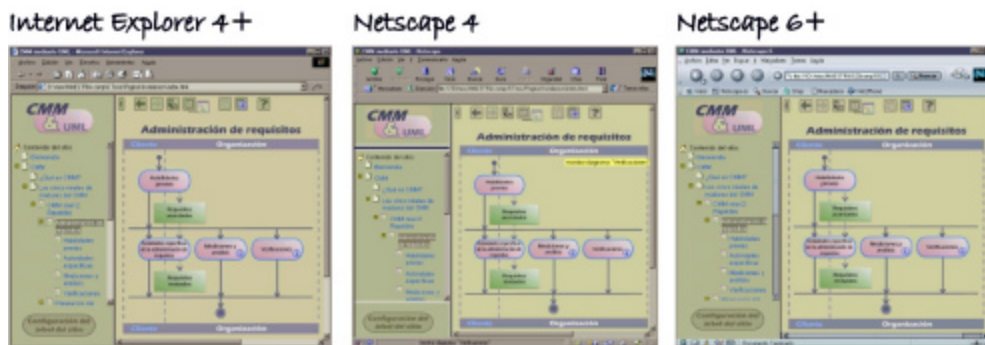


Fig. 7.26 La apariencia y comportamiento de este sitio WEB son los mismos para cualquiera de los exploradores soportados: Microsoft Internet Explorer 4+, Netscape 4 y Netscape 6+ (CE “Consistencia” y CE “Compatibilidad”).





Fig. 7.27 Los diagramas de actividades tienen características que los hacen fácilmente identificables y legibles, independientemente del proceso que modelen (CE "Consistencia"):

- Los nombres de las actividades, productos y actores comienzan con mayúscula.
- El tamaño de letra en títulos, actores, actividades y productos es el mismo para cada uno.
- Todos los diagramas, así como el resto de las páginas del sitio, poseen un título que se encuentra centrado en la parte superior.
- El tamaño de las actividades y productos es generalmente el mismo.
- El extremo de las transiciones (puntas de flecha) tiene el mismo tamaño.
- La separación mínima entre transiciones, carriles, actividades y productos es la misma.

Ver también la figura 7.38.

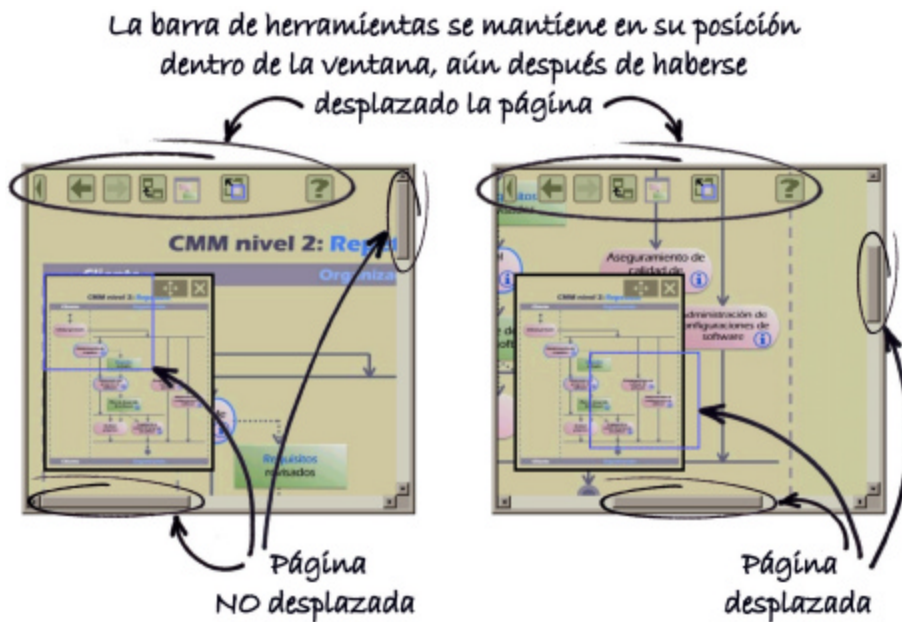
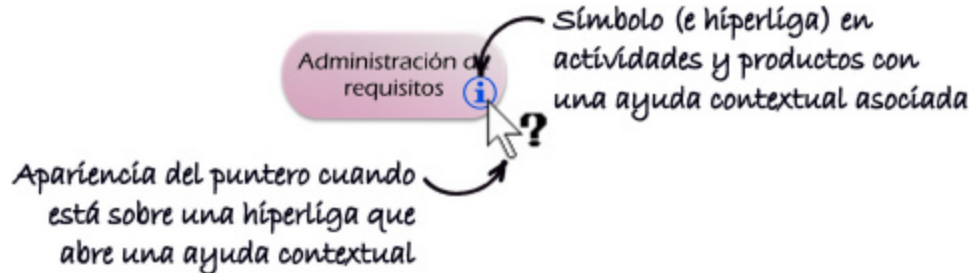


Fig. 7.28 La barra de herramientas siempre se encuentra en la misma posición dentro de la zona de trabajo del sitio WEB, independientemente del desplazamiento actual de esta zona (CE "Consistencia").

Así, el usuario no tiene que efectuar ninguna acción de desplazamiento para accionar algún botón de la barra de herramientas (CE "Acciones mínimas").

### 7.2.17 *elem* Significación de códigos

Este criterio califica la relación entre un término y/o un signo y el objeto al que se refiere. Los códigos y los nombres tienen sentido para los usuarios cuando existe una fuerte relación semántica entre éstos y los objetos a los que se refieren (Figs. 7.7, 7.8 y 7.29).



*Fig. 7.29 El puntero del ratón cambia su aspecto al pasar sobre hiperligas que abren ayudas contextuales. Esta forma del puntero (ver figura) sugiere al usuario que, en vez de realizar una operación de navegación, obtendrá mayor información al hacer clic. Asimismo, las actividades y productos con ayudas contextuales asociadas, poseen un símbolo (i), el cual se emplea en otras aplicaciones para ofrecer al usuario mayor información. Este símbolo constituye, además, la hiperliga para abrir las ayudas contextuales mencionadas. Se considera que ambos símbolos poseen una fuerte relación con el significado que le otorga el usuario (CE “Significación de códigos”).*

### 7.2.18 *elem* Compatibilidad

Se refiere a la coincidencia entre las características del usuario (y su tarea), y la organización de la información de entrada/salida, así como con la interacción con la interfaz. Este criterio también se relaciona con la coherencia entre aplicaciones y entre ambientes distintos; ya que pequeñas diferencias entre sistemas no sólo incrementan los tiempos de aprendizaje, sino que pueden conducir a errores graves y dañinos [Shneiderman 1998].

En el diseño de la interfaz debe usarse siempre el lenguaje natural del usuario a quien va dirigido el sistema [Pearrow 2000]. Se deben evitar tecnicismos relacionados con el funcionamiento interno del sistema o con los recursos de software y hardware que emplea; ya que éstos tienen un sentido claro para los ingenieros y diseñadores, pero no necesariamente para el usuario final (Figs. 7.1 y 9.20).

Una cualidad que distingue al ser humano es su habilidad de convertir un estímulo complejo en un modelo mental, o *esquema*, que pueda usar y entender [Pearrow 2000]. Los esquemas son estructuras cognitivas que representan el conocimiento acerca de un concepto o estímulo, incluyendo sus atributos y las relaciones entre éstos [Fiske, Taylor 1991]. Las estrategias de diseño de interfaces usables aprovechan los esquemas que el usuario ya posee, es decir, se basan en las cosas con las cuales ya está familiarizado. Así, por ejemplo, el formato de presentación de la información deberá ser familiar al usuario, y deberá estar relacionado con la tarea: justificación izquierda para datos alfanuméricos, justificación derecha para enteros, alineación vertical del punto decimal, unidades de medición apropiadas a la región y al contexto, número de decimales suficiente de acuerdo al concepto que cuantifican, etc. Aunque actualmente no existe un estándar conocido para el diseño de sitios WEB [Pearrow 2000], el usuario aún espera encontrar algunas características comunes [Spool et. al. 1999]: los medios para navegar por el sitio se encuentran en la parte superior y/o izquierda, las hiperligas textuales aparecen subrayadas y en color azul, etc. (Figs. 7.4, 7.14, 7.21, 7.26, 8.4, 9.14, 9.15 y 9.17).

### 7.3 Recomendaciones adicionales para el diseño de sitios WEB

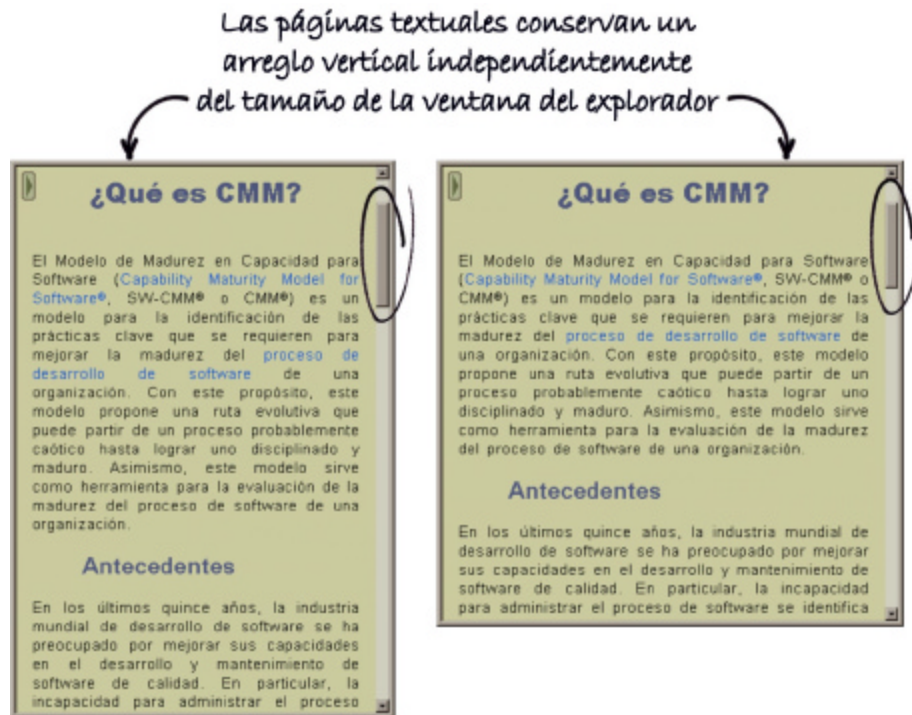
Si bien los CE buscan agrupar de una manera general la mayor parte de los aspectos que hacen usable a una aplicación, en la literatura pueden encontrarse recomendaciones adicionales que persiguen el mismo objetivo. En las figuras 7.30 y 7.31 se muestran algunas recomendaciones específicas para el diseño usable de sitios WEB, las cuales se implementaron en el sitio de este trabajo.



Fig. 7.30 Como muchos aspectos de la usabilidad, la navegación pasa inadvertida para el usuario cuando se ha implementado adecuadamente. Se ha observado, por otro lado, que los problemas de navegación frecuentemente provocan que el usuario desista de usar el sitio WEB [Spool et. al. 1999].

Se debe evitar diseñar páginas de las que el usuario únicamente pueda salir con el botón "regresar" del explorador. Se debe proporcionar, al menos, en todas las páginas de un sitio, una forma de regresar a la página principal, así como una forma de subir a la página madre [Pearrow 2000]. Con este propósito, el sitio WEB de este trabajo en todo momento presenta: el icono principal del sitio WEB, con el que es posible navegar a la página principal; y el árbol del sitio, con el que es posible navegar a la página madre o a cualquier otra página del sitio WEB.

En diversas pruebas de usabilidad se ha observado que muchos usuarios no usan en lo absoluto el botón "regresar" del explorador [Spool et. al. 1999]. Por esta razón, en el sitio WEB de este trabajo se incluyen en la barra de herramientas los botones "mostrar la página anterior" y "mostrar la página siguiente", cuya función es similar a la que proporcionan los principales exploradores. Asimismo, se observó en la prueba de usabilidad con usuarios realizada en este trabajo (ver capítulo 9), que éstos botones fueron usados frecuentemente. Finalmente, nunca se debe asumir que el usuario ingresará al sitio WEB a través de la página predeterminada `index.html` [Pearrow 2000]. Con base en lo anterior, en el sitio WEB de este trabajo se evita mostrar las direcciones URL de las páginas que conforman al sitio, tanto en la barra de direcciones como en la barra de estado. Aún así, en el caso en que algún usuario teclee directamente en la barra de direcciones el nombre de una página diferente de la predeterminada, existe un script que detecta esta situación y que navega de manera incondicional hacia la página predeterminada `index.html` (ver archivo `soloEnFrame.js` en la ruta `<unidadCD>:\SitioWEB\Definitivo` del CD que acompaña a este trabajo).



*Fig. 7.31 El arreglo de todas las páginas, excepto las que contienen diagramas de actividades, tiene una disposición exclusivamente vertical, es decir, se evita la necesidad de realizar desplazamientos horizontales para observar su contenido. En [Shneiderman 1998] y [Pearrow 2000] se advierte, basándose en resultados de pruebas de usabilidad con usuarios, acerca de la inconveniencia de realizar desplazamientos horizontales. Cabe mencionar que, independientemente del tamaño actual del explorador, las páginas textuales se acomodan de tal forma que su contenido no rebasa los bordes verticales de la ventana.*

#### 7.4 Diseño gráfico de interfaces

El diseño gráfico de una interfaz es el primer y último aspecto percibido por el usuario. Un buen diseño gráfico puede mejorar significativamente el valor comunicacional de la interfaz, incrementando así su usabilidad. La usabilidad de los sistemas depende de muchos componentes, entre otros: facilidad de aprendizaje y memorización, eficiencia en el uso, bajo número de errores, y satisfacción subjetiva del usuario. Un buen diseño gráfico puede mejorar aún más todos estos atributos de calidad, aunque es claro que además de la aplicación de principios de diseño gráfico, se requiere emplear métodos sistemáticos de Ingeniería de Usabilidad.

El diseño gráfico consiste principalmente en encontrar la representación más apropiada para comunicar cierta información. Así, el diseñador experimentado puede mejorar la comunicación al seleccionar cuidadosamente qué elementos deben incluirse, y entre éstos cuáles enfatizar, asegurándose de que sean presentados de una manera perceptualmente significativa.

La información que se presenta en este inciso se basa en [Mullet, Sano 1995], salvo en los casos en que se indique otra referencia. Los temas que componen a este inciso son los siguientes: *Simplicidad* (ver inciso 7.4.1) que resalta la ventaja de los diseños simples sobre los complejos; *Contraste y Escala* (ver inciso 7.4.2) que describe las formas de establecer contrastes claros y armoniosos dentro de una composición; *Color* (ver inciso 7.4.3) que advierte sobre las precauciones al usar el color como medio para comunicar un mensaje; *Estructura visual* (ver inciso 7.4.4) que explica cómo aprovechar las características de la percepción humana para estructurar más efectivamente las interfaces; *Modulación* (ver inciso 7.4.5) que describe cómo estandarizar la estructura de una interfaz para producir un sistema unificado que pueda aplicarse a todo el sistema; y *Construcción de imágenes* (ver inciso 7.4.6) que proporciona guías para la producción de imágenes efectivas.





La efectividad de una composición depende tanto de la interrelación entre sus componentes como de las características de cada uno de éstos. Si se altera algún atributo, como el contraste o la escala, de alguna de las partes, puede ocasionarse un impacto significativo en el balance, la unicidad o la armonía de la composición. El contraste es esencial para diferenciar un elemento de otro. La escala y el contraste pueden usarse para enfatizar áreas o elementos importantes dentro de la composición; además, agregan interés visual a una composición, al combinar elementos con cualidades visuales fuertemente opuestas, creando tensión.

Sin embargo estos atributos deben usarse con cuidado, particularmente en el diseño de interfaces, en las que el objetivo raramente es impactar al usuario. Así, el contraste debe ser lo suficientemente claro para mostrar las distinciones que se requieren, y al mismo tiempo, lo suficientemente discreto para producir una relación armoniosa entre los componentes de una interfaz. Los contrastes dominantes deben ser tan fuertes como sea necesario para producir una dinámica efectiva dentro de la interfaz, y aún así, lo suficientemente restringidos para permitir que el usuario mantenga el control de la experiencia.

El contraste, como cualquier otro aspecto de un diseño, es efectivo sólo cuando es explícitamente intencional en vez de puramente casual o accidental. Cuando la intención del diseñador es clara, los observadores no necesitan desperdiciar tiempo valioso, tratando de averiguar si la distinción que han percibido tiene alguna relación con el mensaje que se les comunica o es una simple coincidencia. Asimismo, el contraste debe ser fuerte, pero no debe ser demasiado frecuente. Cuando una composición contiene muchos contrastes, cuando en un diseño se aplican muchas escalas, el caos resultante hace imposible la comunicación de algún mensaje, perdiéndose la atención del usuario (Figs. 7.32 y 7.33).



*Fig. 7.33 La variación del contraste permite tanto hacer distinciones entre elementos como causar efectos estéticos [Mullet, Sano 1995]. Notar que la elección del grosor de las transiciones, el tamaño de sus extremos, y en general los colores y tamaños elegidos para todos los elementos del diagrama, permiten distinguirlos claramente como componentes diferentes, y al mismo tiempo, evitando que ninguno domine sobre otro.*

*Al elegir tamaños diferentes de letra en la misma composición se deben emplear valores sensiblemente diferentes, de tal forma que permitan una distinción inequívoca. Por esta razón se aconseja evitar emplear valores de tamaño adyacentes [Mullet, Sano 1995]. Notar que se eligieron sólo tres tamaños diferentes de letra para los diagramas: título, actores y actividades/productos (18, 12 y 9 puntos respectivamente). Se observa que la diferencia entre estos tamaños es clara e inmediatamente distinguible.*

*Muchas guías de diseño sugieren limitar el número máximo de colores en una interfaz a 4, con un máximo de 6 [Shneiderman 1998]. Asimismo, se recomienda evitar los colores saturados, prefiriendo los tonos claros o pastel, pues se asume que serán observados por largos periodos de tiempo [Pearrow 2000]. Notar que en el diagrama se emplean 3 colores para sus elementos (actividades en rosa claro; productos en verde claro; y transiciones, estado inicial/final, y carriles en gris claro) y 3 colores para los textos (actividades y productos en negro; actores en blanco; y título en gris claro).*

Cualquier estímulo, cuando se presenta por un tiempo suficiente, eventualmente perderá su novedad para la percepción del observador y será relegado a un lugar secundario de su atención. Además, los estímulos que se han interpretado como ruido, automáticamente tienden a ser filtrados [Pearrow 2000]. Por esta causa, debe evitarse resaltar hiperligas e imágenes mediante animaciones, ya que, después de una fuerte, larga e irritante exposición a este tipo de elementos, el usuario ha aprendido que comúnmente se trata de publicidad, por lo que decide ignorarlos. Asimismo, se ha demostrado que el usuario tiene dificultades de concentración cuando busca información en sitios con este tipo de elementos animados [Spool et. al. 1999]. Puede observarse que el sitio WEB de este trabajo evita el uso de este tipo de elementos.

#### 7.4.3 Color

El uso del color puede producir mensajes muy poderosos o, si se emplea incorrectamente, puede causar confusión e incluso ocultar el mensaje (Fig. 7.33).

Es un hecho que no existen dos personas que perciban un color exactamente de la misma forma, por lo tanto, se debe emplear el color únicamente para comunicar información no esencial. Asimismo, el amplio número de personas con deficiencias cromáticas hacen concluir que el uso del color como único vehículo de comunicación es una mala estrategia de diseño. Algunos de las deficiencias más comunes se enumeran a continuación [Pearrow 2000]:

1. 8% de la población tiene ceguera ante el rojo y el verde [Shneiderman 1998].
2. Al menos 5% de la población masculina del mundo tiene algún tipo de deficiencia cromática.
3. El ser humano, en general es poco sensible al color azul. En particular, conforme envejece, desarrolla una pérdida progresiva de sensibilidad ante este color. Adicionalmente, para estas personas se vuelve cada vez más difícil leer texto pequeño en este color, hasta el punto en el que se vuelve completamente ilegible.
4. Cuando se miran juntos los colores azul brillante y rojo, causan una condición denominada cromostereopsia, que a su vez induce dolor de cabeza en el observador. Esta condición consiste en que un color se observa flotando sobre el otro, provocando un efecto molesto de tercera dimensión.

#### 7.4.4 Estructura visual

La estructura es lo primero que percibe una persona, prácticamente sin ningún esfuerzo de su parte, y le sirve para guiarse en su interacción con lo que ve. De hecho, el ojo humano puede encontrar estructuración en lo que mira, sin que explícitamente el diseñador se lo haya otorgado. Por esta razón, se debe estar conciente de los mensajes que implícitamente se mandan al usuario a través del arreglo de los componentes de una interfaz.

Para lograr una estructuración visual efectiva en una interfaz, en primer lugar, se deben agrupar elementos relacionados, estableciendo una jerarquía (por medio del tamaño, color, posición, etc.) tanto de elementos aislados como de grupos. Posteriormente, se organizan a fin de reflejar las relaciones que existen entre ellos; la posición en el plano es un factor muy poderoso, como por ejemplo la alineación de elementos y la similitud de tamaños, de esta forma se asume implícitamente el significado de cada elemento sin la necesidad de etiquetas explícitas. Finalmente, se debe cuidar que siempre exista cierto balance en la composición final, modificando parámetros como el tamaño y/o la jerarquía.

En particular, existen cuatro técnicas básicas de estructuración: simetría, para lograr el balance; alineación, para establecer relaciones visuales y jerarquías; ajuste óptico, para compensar la forma de ver del ser humano; y empleo del espacio vacío, para dirigir la atención del observador hacia las zonas importantes y darle significado a toda la composición (Figs. 7.34 a 7.37). Estas técnicas aprovechan características psicológicas y de percepción de todo ser humano. Entre éstas se destacan las siguientes:

1. Se tiende a asociar y agrupar los elementos más próximos que los más alejados.
2. Se asocian y agrupan los elementos que comparten características como forma, tamaño, color, orientación, etc.
3. Se tiende a completar contornos mentalmente, construyendo figuras simples y completas.
4. Dos figuras superpuestas se interpretan como un conjunto figura-fondo.
5. Mientras más simetría presente una figura, más aumentará la tendencia de interpretarse como un todo que como cada uno de sus componentes, y el observador experimentará, además, una mayor atracción hacia ella.

Entre los beneficios que pueden conseguirse de un buen diseño en este sentido, se encuentran los siguientes: unidad, al asociar múltiples elementos; integridad, al transmitir un mensaje congruente; legibilidad, al dividir la información en subconjuntos con significado propio; y control para influir en el proceso de exploración de la interfaz.

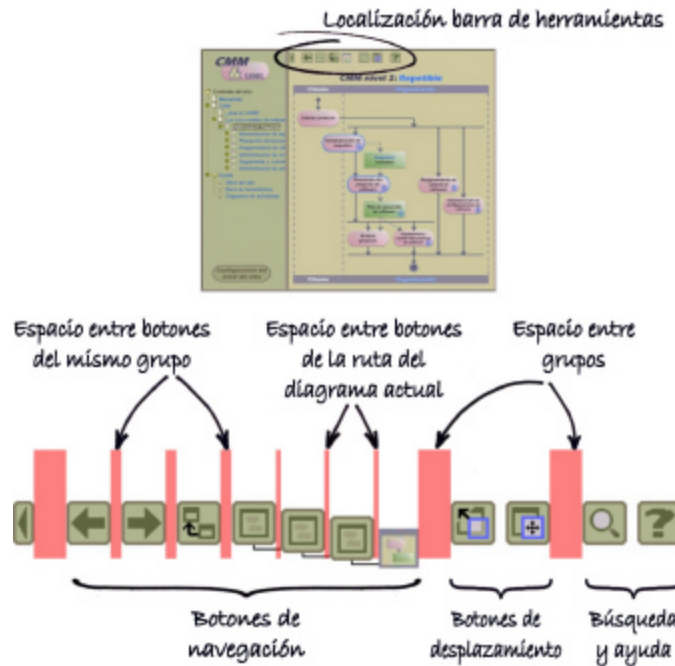


Fig. 7.34 El uso del espacio vacío sirve para dirigir la atención a las zonas importantes, dar significado a toda la composición, y producir agrupamiento de elementos. Por ejemplo, si se aísla un elemento con características iguales a otros (tamaño, color, etc.) en un gran espacio vacío, automáticamente adoptará una jerarquía mayor. Se debe colocar espacio vacío entre conjuntos independientes, aún si éstos están agrupados físicamente por cuadros de vinculación [Mullet, Sano 1995].

En la barra de herramientas se hace uso del espacio vacío para producir agrupamiento. Así: existen tres grupos de botones delimitados por un espacio mayor; existe un espacio medio entre los botones de un mismo grupo; y finalmente, existe un espacio menor entre los botones de la “Ruta del diagrama actual”, con el que se conserva su cohesión e integridad como un sólo elemento dentro de la barra de herramientas.



Fig. 7.35 Con la simetría se obtiene orden, estética y simplicidad en la presentación de la información. Generalmente, el objetivo de una interfaz efectiva no es entretener o excitar, sino presentar información eficientemente; así que el carácter armonioso de un arreglo simétrico es muy apropiado. Se sugiere la simetría vertical por razones de percepción humana. No obstante, recordar que además de la simetría, también es válido balancear la carga alrededor de un eje seleccionado [Mullet, Sano 1995].

Aunque resulta muy difícil construir diagramas de actividades simétricos, pueden trazarse, siempre que sea posible, ejes centroidales alrededor de los cuales se balancean los elementos, obteniendo un arreglo armonioso, ordenado y simple que facilite su lectura y consulta.



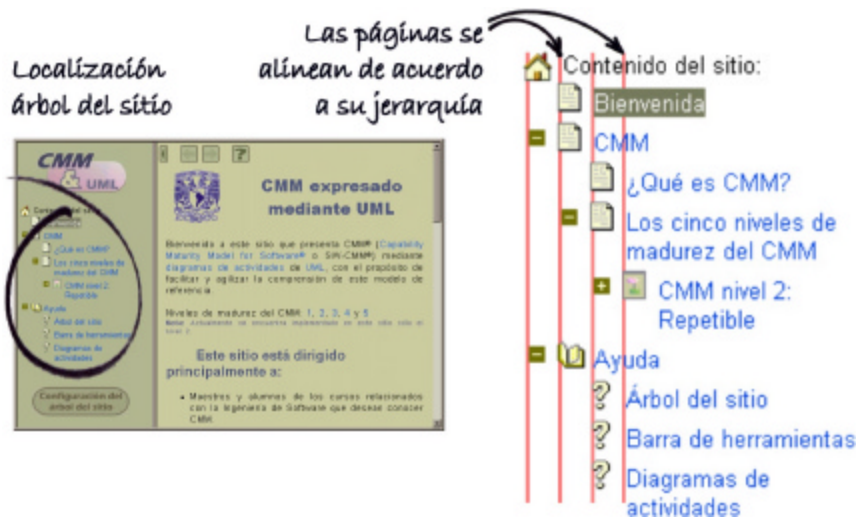


Fig. 7.36 La alineación es el medio más importante para establecer relaciones entre elementos. Además, hace a la interfaz menos compleja, más limpia y entendible. Aun cuando los elementos se encuentren muy separados, su alineación creará un vínculo claramente perceptible entre éstos. Si se usa en combinación con el espacio vacío, se convierte en una herramienta poderosa para asignar jerarquías. Sin embargo, se debe evitar la tensión que se crea cuando hay elementos no alineados, pero demasiado cercanos a algún eje de alineación [Mullet, Sano 1995].

En el árbol del sitio, el cual es una representación de la estructura jerárquica de las páginas que componen al sitio WEB, sus nodos se ordenan exclusivamente con base en su alineación. Así, se asume que las páginas con la misma alineación tienen la misma jerarquía.

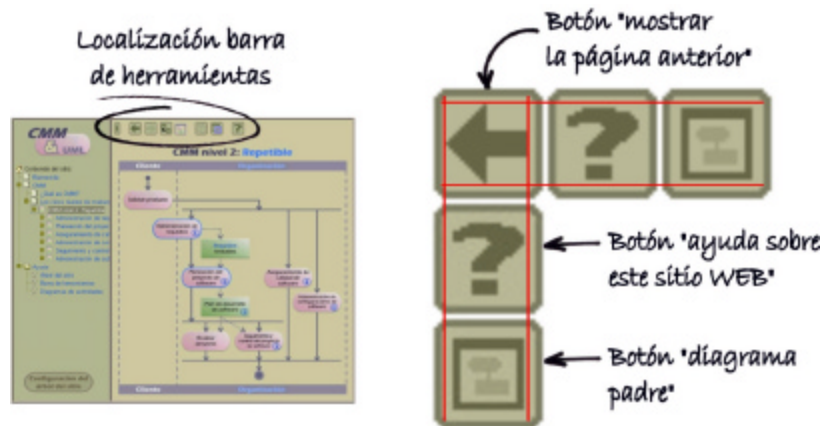


Fig. 7.37 El objetivo del ajuste óptico es compensar la forma de ver de los humanos. Los elementos redondeados, y aún más los angulados, deben extenderse ligeramente más allá de la línea base con la que se encuentran alineados; esto conduce a elementos que deben incrementar su tamaño a fin de que ópticamente se vean iguales a otros que no son redondeados o angulados. Asimismo, al colocar elementos en un arreglo con distancias "iguales", se deben equiparar las áreas ocupadas, más que el espacio entre los bordes de un elemento y el siguiente; por ejemplo, se debe colocar más espacio entre bordes verticales paralelos que entre bordes curvos [Mullet, Sano 1995].

Notar que el icono del botón "mostrar la página anterior" de la barra de herramientas, debido a sus bordes angulados, debe extenderse más allá que los iconos de los botones "ayuda sobre este sitio WEB" y "diagrama padre". Además, notar que su borde derecho (cola de la flecha), al ser paralelo al borde del botón, debe tener una separación mayor que su borde izquierdo (punta de la flecha). El resultado de estos ajustes es un conjunto de iconos que, para la vista del usuario, tienen igual peso y están completamente centrados respecto al botón que los contiene.

#### 7.4.5 Modul ación

El diseño modulado facilita la producción de todas las interfaces que componen a un sistema, con la misma calidad y los mismos principios. La modulación se basa en tamaños y proporciones repetitivas, o en formas e ideas recurrentes que proporcionan al usuario una sensación de uniformidad, familiaridad y estructura. Así, la regularidad y flexibilidad son la esencia del diseño modulado en la producción de interfaces mantenibles y extendibles.

Los beneficios principales que trae consigo la modulación en el diseño de interfaces se enumeran a continuación:

1. La aplicación consistente de la modulación revela y refuerza la estructura del diseño.
2. Un diseño modulado simplifica la comunicación, preparando al usuario para responder de manera predecible a unos cuantos patrones familiares. La simplicidad de un diseño modulado lo hace fácil de aprender, recordar y de aplicar cuando se requiere la toma rápida de decisiones.
3. Un diseño modulado economiza significativamente la producción de interfaces. El plan detallado que se deriva de la modulación escogida para un sistema, permite la rápida producción de interfaces de alta calidad con un mínimo de experiencia.

Cualquier modulación exitosa debe centrarse alrededor de un pequeño número de dimensiones y proporciones que revelan la lógica espacial del diseño. Con este propósito se emplean mallas que funcionan como envolventes para el trazado de interfaces. La malla es una herramienta que ayuda al diseñador a mantener una modulación coherente, la cual se vuelve visible a los usuarios conforme crece su experiencia en el uso del sistema. Al estructurar cada interfaz a lo largo de líneas similares, la malla asegura que los usuarios se beneficiarán del uso del sistema conforme aprenden a predecir dónde encontrar cada una de las piezas de información. Además de establecer el tamaño de cada elemento, la malla restringe su posición y orientación a fin de reforzar una sensación de familiaridad en el usuario. Así, al ajustar el contenido de una interfaz a una malla, se regulariza la información e incrementa su consistencia, mejorando la comunicación (Fig. 7.38).

#### 7.4.6 Construcción de imágenes

Las representaciones visuales efectivas pueden ser percibidas por el observador de manera involuntaria y con un mínimo esfuerzo. Su creación involucra aspectos como: la manipulación cuidadosa del balance y la simetría; el uso de formas geométricas simples; y un proceso de simplificación y abstracción, eliminando los elementos que componen la imagen hasta llegar a su esencia. Así, es posible obtener imágenes poderosas, impactantes, fáciles de recordar, y distinguibles aún en medio de ruido y distracción visual.

El grado de abstracción de una imagen depende de la medida en que se remueven sus elementos, excepto aquellos que más caracterizan las propiedades esenciales del objeto original. El objetivo que se persigue es reducir el mensaje transmitido a su esencia. Las imágenes con un alto grado de abstracción, al removerse los detalles específicos de cualquier instancia, automáticamente proporcionan la representación general de una clase de objetos similares. Una fotografía o una ilustración realista proporcionan un alto grado de fidelidad acerca de un objeto particular, y son, por lo tanto, fácilmente reconocibles. Por otro lado, las representaciones más esquemáticas, debido a que omiten selectivamente los detalles, representan de una mejor forma a una amplia clase de objetos (Fig. 7.39).

La generalización que trae consigo la abstracción, deriva en formas más simples que, debido a que contienen menos información visual, son más fáciles de reconocer y procesar. Sin embargo, la facilidad de reconocimiento de una imagen puede verse negativamente afectada si el proceso de abstracción se lleva demasiado lejos. En la medida en que las representaciones altamente realistas y concretas son simplificadas, se vuelven más fáciles de interpretar, hasta el punto en el que intentos adicionales de abstracción empiezan a oscurecer la semántica del signo.

Adicionalmente, al integrar los elementos esenciales que constituyen la imagen debe cuidarse su correcta combinación, ya que para entender una imagen bien diseñada nunca debe necesitarse descomponerla en c/u de sus partes. Cuando las partes de una imagen deben ser analizadas individualmente, y posteriormente ser colocadas juntas para lograr su correcta interpretación, la inmediatez de su percepción se pierde por completo. Este mismo problema se presenta cuando la imagen es demasiado detallada, o cuando sus elementos individuales son tan pequeños que resulta difícil reconocerlos.

Las imágenes pictóricas pueden ser fácilmente identificables y muy efectivas para representar objetos concretos y familiares al observador. Además, han demostrado ser altamente eficientes al representar conceptos espaciales, como las señales de tránsito, aún bajo condiciones pobres de visión y pequeños lapsos de observación [Carr 1973]. Sin embargo, su efectividad decrece radicalmente al representar conceptos abstractos, procesos, situaciones o cambios de estado, ya que son menos tangibles y dependen de formas menos directas de representación; en estos casos hasta una imagen bien diseñada puede

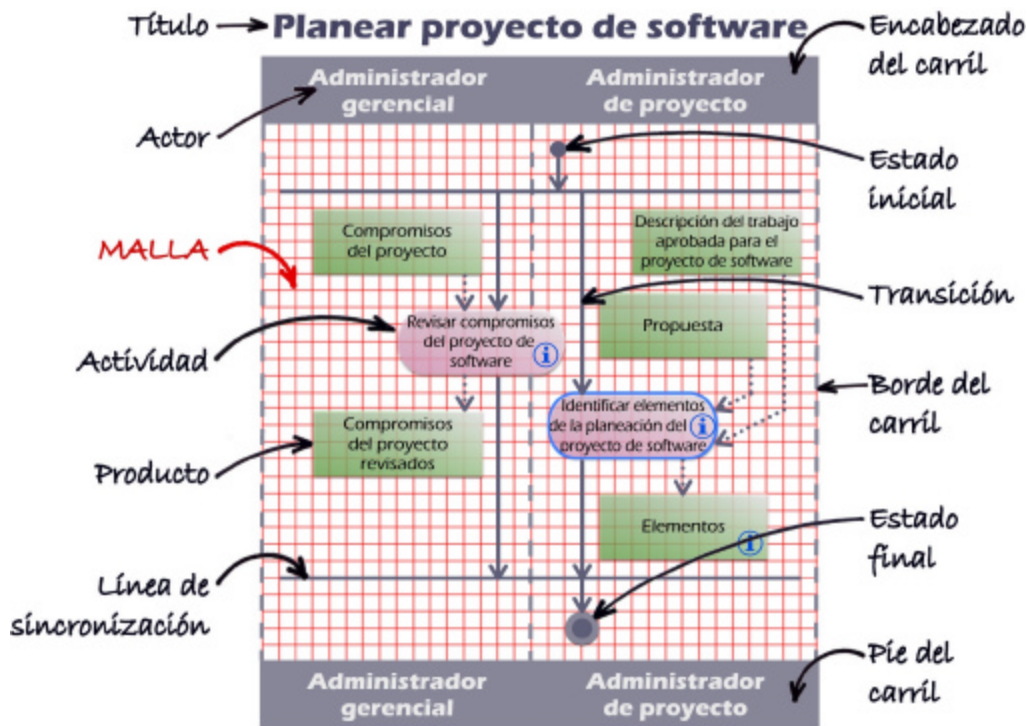


Fig. 7.38 La selección de la dimensión (vertical y horizontal) base de la malla es fundamental para un diseño modular efectivo. Generalmente estas dimensiones se basan en el tamaño de los controles que se emplearán, los cuales, a su vez, son función del tamaño de letra que se mostrará. Mientras que la dimensión vertical se obtiene directamente de la altura de los controles, la dimensión horizontal puede ser variable, por lo que se restringe a un número entero múltiplo de la dimensión vertical. Finalmente, la restricción de las líneas inclinadas a una sola pendiente promueve la consistencia a través del conjunto [Mullet, Sano 1995].

Los diagramas de actividades se construyeron en base a una malla de 0.3 x 0.3 cm. En todos los diagramas se observan las siguientes características de modulación:

- Los nombres de los actores se centran respecto a su carril.
- Los tamaños de letra para los títulos, actores y actividades/productos son 18, 12 y 9 puntos respectivamente.
- Las actividades y productos miden 10 x 4 unidades de la malla. Se eligieron medidas pares para facilitar la colocación centrada de las transiciones.
- El estado inicial mide 1 x 1 unidades de la malla.
- El estado final mide 2 x 2 unidades de la malla.
- La separación entre el estado inicial/final y el encabezado/pie de los carriles es de 1 unidad de la malla.
- La separación vertical y horizontal mínima entre elementos unidos mediante una transición es de 2 unidades de la malla. Esta separación mínima permite que la transición se muestre con claridad.
- La separación mínima entre actividades/productos y transiciones, líneas de sincronización o bordes de carriles es de 1 unidad de la malla. Esta misma separación mínima aplica entre actividades y productos cuando no están unidos mediante transiciones.
- La separación mínima entre transiciones paralelas, o entre una transición y el borde de un carril es de 2 unidades de la malla. Si se acercan más estos elementos, pueden confundirse.
- La separación mínima entre una línea de sincronización y el borde de un carril es de 1 unidad de la malla.
- Las transiciones inclinadas tienen una pendiente de 1 unidad vertical x 2 unidades horizontales de la malla.
- Se procura, en la medida de lo posible, alinear verticalmente las transiciones a fin de simplificar el diseño del diagrama.

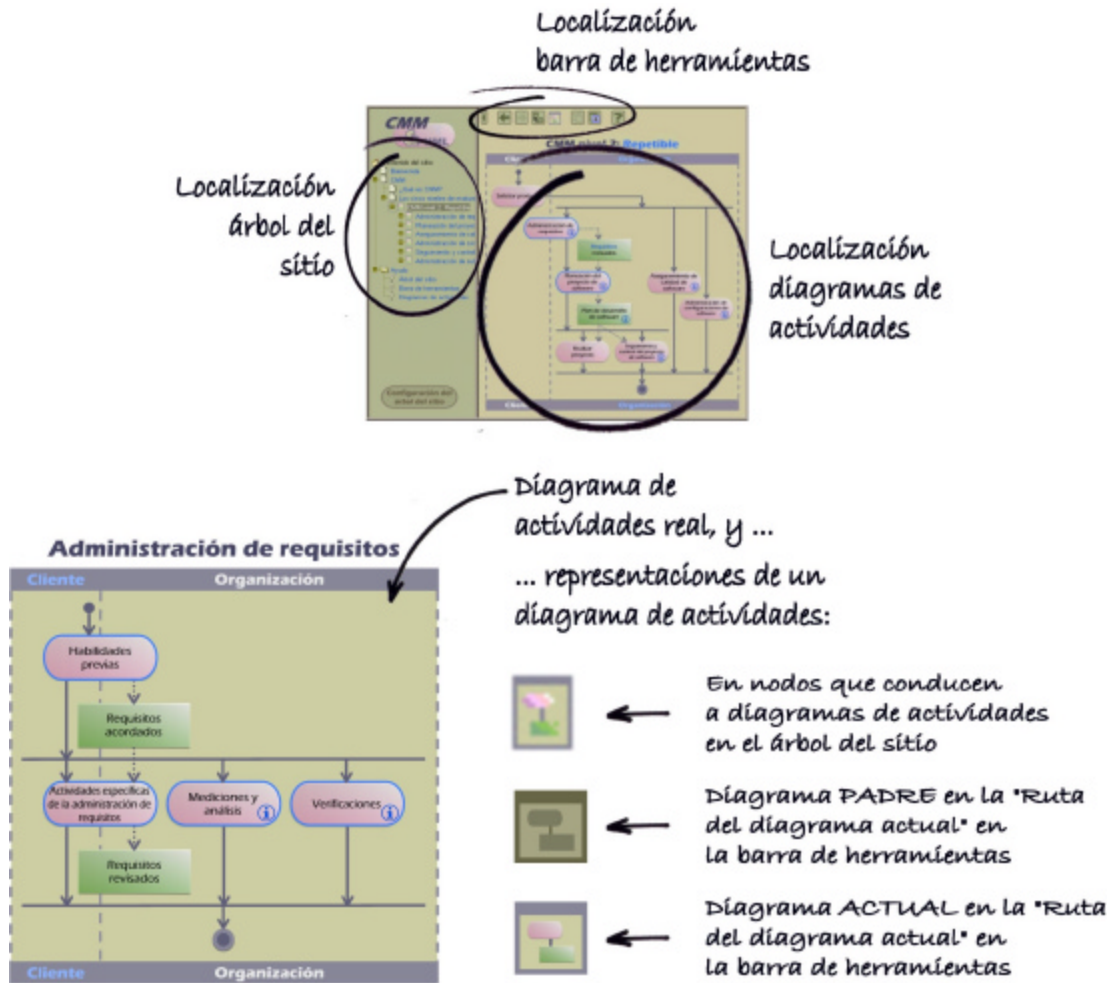


Fig. 7.39 Las imágenes que representan a diagramas de actividades pasaron por un proceso de abstracción que resultó en figuras simples e identificables. Notar que en éstas ya no es posible eliminar ningún elemento sin que se oscurezca su significado.

ser difícil de interpretar correctamente. Generalmente, las imágenes que representan conceptos abstractos son puramente convencionales, ya que se basan en un lenguaje visual definido arbitrariamente por el diseñador, por lo que, para que sean útiles, deben ser previamente aprendidas.

Aunque se cree que las representaciones a través de imágenes se procesan más rápido por el observador que los mensajes textuales, se sugiere que, en el caso de representaciones de conceptos abstractos o cuando la interfaz es nueva para el usuario, se coloquen etiquetas textuales que describan a las imágenes. Con el tiempo de uso del sistema, las representaciones pictóricas serán reconocidas rápida y efectivamente por el usuario que sabe su significado, haciendo innecesaria la consulta de las etiquetas textuales [Pearrow 2000] (Fig. 7.40).

Cuando se trata de un grupo de imágenes, un diseño consistente es capaz de lograr la cohesión entre sus miembros. Así, siempre que sea posible, deben emplearse los mismos elementos, incluyendo grosores de línea, tamaños, curvaturas, texturas, colores y formas. Asimismo, el uso de iconos estándar es crítico para facilitar su reconocimiento y rapidez de uso. Por esta razón, los intentos creativos por realizar "obras de arte" son poco efectivos, cuando lo que se requiere es un icono entendible e identificable [Pearrow 2000] (Fig. 7.41).

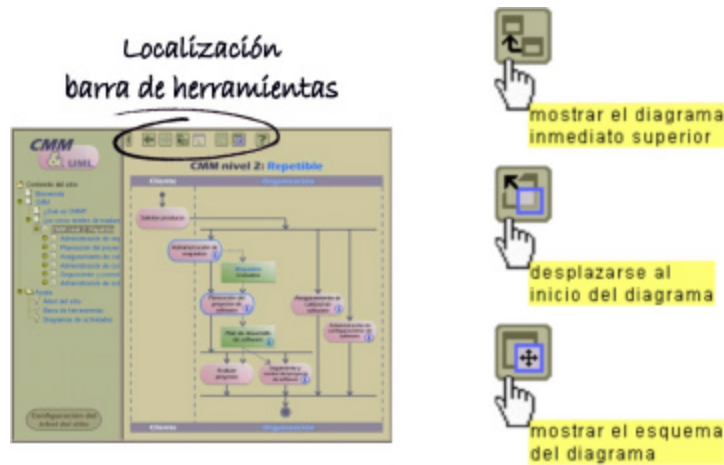


Fig. 7.40 Los botones “mostrar el diagrama inmediato superior”, “desplazarse al inicio del diagrama” y “mostrar el esquema del diagrama” de la barra de herramientas, representan procesos abstractos en el sitio WEB.

Notar que en estas imágenes se emplea consistentemente la misma representación de un diagrama de actividades; este aspecto constituye parte del lenguaje gráfico propuesto por el autor.

Asimismo, tanto estos botones como el resto que compone a la barra de herramientas, tienen tooltips que describen la acción que realizan.

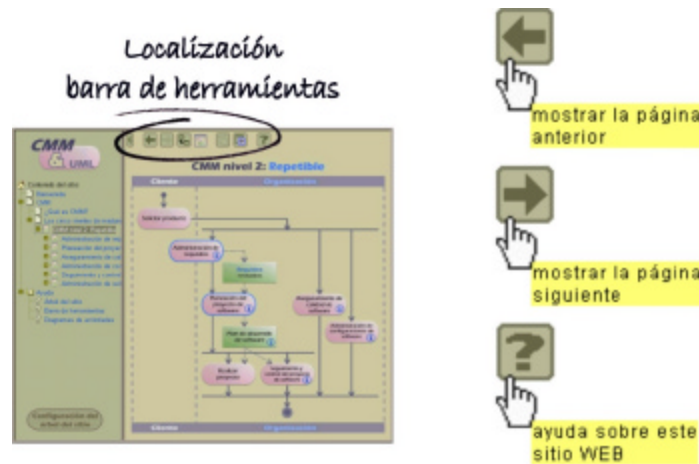


Fig. 7.41 Los botones “mostrar la página anterior”, “mostrar la página siguiente” y “ayuda sobre este sitio WEB” de la barra de herramientas, aunque representan procesos abstractos, son fácilmente identificables y entendibles, pues su representación coincide con la de diversas aplicaciones existentes en el mercado.

Notar, además, que las imágenes de todos los botones de la barra de herramientas tienen características comunes de color, tamaño, grosores de línea, etc. Este diseño favorece la cohesión de los botones, haciendo que se perciban como un sólo conjunto: la barra de herramientas.

## 7.5 Accesibilidad

El objetivo principal de la accesibilidad es hacer que, en cualquier contexto, el contenido de los sitios WEB efectivamente esté disponible para todos los usuarios a los cuales están dirigidos dichos sitios. Se resalta el hecho de que dichos usuarios pueden presentar discapacidades diversas, que van desde las físicas hasta las relacionadas con las características particulares de sus herramientas de navegación. Accesibilidad no es lo mismo que usabilidad, sin embargo la accesibilidad



puede considerarse en muchos casos como un componente de la usabilidad [Pearrow 2000]. Finalmente, cabe mencionar que la WAI (WEB Accessibility Initiative), que pertenece a la W3C (The World Wide Web Consortium), es el organismo líder en el desarrollo de los estándares de accesibilidad.

Según la WAI, la accesibilidad para sitios WEB se compone de dos aspectos principales:

1. Asegurar la adaptación del sitio WEB a cualquier explorador o dispositivo que probablemente pueda emplearse para su observación. Así, las páginas del sitio permanecen accesibles independientemente de cualquier restricción física, sensorial, cognitiva, o tecnológica.
2. Hacer que el contenido del sitio WEB sea entendible y navegable. Este aspecto no sólo se relaciona con hacer que el lenguaje sea claro y simple, sino con la disposición de mecanismos efectivos para la navegación dentro del sitio WEB. Este segundo aspecto se traslapa con el dominio de la usabilidad.

La WAI ha establecido 14 lineamientos en los que se resumen todas las recomendaciones de accesibilidad existentes. Estos lineamientos, a su vez, se dividen en varias recomendaciones particulares, las cuales pueden estar asociadas a cualquiera de los tres grados de prioridad que se han establecido en el mismo documento [W3C 1999].

A continuación se enumeran los principales aspectos en los que se fomentó la accesibilidad del sitio WEB de este trabajo. Al final de cada uno de estos aspectos se menciona el número del lineamiento con el que están relacionados. El lector puede acudir a [W3C 1999] para consultar la descripción de cada lineamiento.

1. Adicionalmente a las imágenes que contienen los diagramas de actividades, se agrega un texto descriptivo que aparece si la imagen no puede desplegarse (Fig. 7.1). Sin embargo este texto no puede sustituir a las imágenes, ya que el objetivo esencial del sitio WEB es proporcionar traducciones gráficas de un documento textual. Por este motivo, el sitio no puede presentarse de manera efectiva en exploradores que no soporten el despliegue de imágenes. No obstante, se asume que tanto la población objetivo de este sistema como el contexto en que lo emplearán, garantizan el uso de los exploradores adecuados. Ver el lineamiento 1 en [W3C 1999].
2. Se emplean hojas de estilo para darle formato al texto de todas las páginas del sitio. Así el contenido se separa de la presentación (ver los archivos con la extensión **\*.css** en la ruta **<unidadCD>:\SitioWEB\Definitivo** del CD que acompaña a este trabajo). Ver el lineamiento 3 en [W3C 1999].
3. Se cuida que la redacción del título de cada página describa claramente el contenido de ésta. Asimismo, se especifica explícitamente tanto el lenguaje como las palabras clave relacionadas con cada página. Estas características facilitan la clasificación del sitio WEB dentro de las bases de datos de los principales buscadores de Internet. Ver el lineamiento 4 en [W3C 1999].
4. El lineamiento 5 [W3C 1999] especifica el uso de tablas exclusivamente para la presentación de información en forma tabular. Sin embargo en el sitio WEB de este trabajo se recurrió a las tablas para introducir márgenes verticales en los párrafos textuales de algunas páginas (Fig. 7.12). Esta práctica, no obstante, está ampliamente difundida en la comunidad de desarrollo para la WEB.
5. El sitio WEB de este trabajo puede mostrarse en versiones antiguas de los principales exploradores de Internet: Netscape 4+ e Internet Explorer 4+. Además, para implementar toda su funcionalidad se eligió introducir únicamente scripts de JavaScript, con la finalidad de reducir al mínimo los requerimientos tecnológicos de estos exploradores. De esta forma se garantiza que aún en exploradores relativamente antiguos, y con un mínimo de adiciones, sea posible examinar el sitio WEB con todas sus funcionalidades operando (Fig. 7.26). Ver lineamientos 6 y 10 en [W3C 1999].
6. Se proporciona el árbol del sitio como una herramienta de navegación por todas las páginas del sitio. Asimismo, esta herramienta tiene las características suficientes para constituir el mapa del sitio. Finalmente, puede observarse que todas sus hiperligas describen claramente el destino al que conducen (Fig. 7.4). Ver lineamiento 13 en [W3C 1999].
7. Los botones de la barra de herramientas se diseñaron en un color contrastante respecto al fondo para que se distingan claramente, y en un tamaño suficientemente grande para que sea fácil hacer clic sobre ellos (Fig. 7.7).
8. Todos los tamaños de letras empleados permiten su fácil lectura, aún por los usuarios más maduros. Asimismo, los colores empleados como fondo contrastan claramente con el texto y las hiperligas (Fig. 7.12).

## 7.6 Comentarios finales

Una vez que el sitio WEB de este trabajo se ha implementado siguiendo las recomendaciones existentes en la literatura para el diseño de sistemas usables, se tiene como resultado un producto viable para la realización de pruebas de usabilidad con y sin usuarios. En los capítulos 8 y 9 se detalla la realización de estas pruebas de usabilidad y se enumeran e ilustran los cambios al diseño del sitio WEB que resultaron.

# CAPÍTULO 8

## PRUEBA DE USABILIDAD SIN USUARIOS (EVALUACIÓN HEURÍSTICA)

Una vez que se han implementado las estrategias de usabilidad en el diseño de un sistema (ver capítulo 7), es conveniente realizar revisiones sistemáticas para corregir fallas y situaciones complejas, las cuales sólo pueden ser detectadas mediante algún tipo de prueba de usabilidad. En el sitio WEB de este trabajo se ha decidido aplicar primeramente una prueba de usabilidad sin usuarios y posteriormente una prueba con usuarios. Esta primera evaluación permitirá corregir los problemas más serios que puedan comprometer el éxito de la prueba de usabilidad con usuarios. En todo caso, ambas evaluaciones contribuirán a obtener un producto de calidad en términos de usabilidad.

En este capítulo se detalla la prueba de usabilidad sin usuarios efectuada en el sitio WEB de este trabajo (ver inciso 8.1), asimismo, se enumeran las modificaciones que resultaron (ver inciso 8.2).

### 8.1 Evaluaciones heurísticas

De acuerdo a la Ingeniería de Usabilidad, dentro de los métodos de evaluación de interfaces de usuario denominados *revisiones expertas* se cuentan las evaluaciones heurísticas [Shneiderman 1998]. Una evaluación heurística consiste en la revisión sistemática del diseño de una interfaz de usuario por evaluadores especializados, aplicando principios reconocidos de diseño usable de interfaces. El objetivo de una evaluación heurística es encontrar los problemas de usabilidad en el diseño de una interfaz de usuario, de tal forma que puedan ser resueltos dentro del proceso iterativo de desarrollo del sistema. En este tipo de evaluaciones un pequeño grupo de expertos en usabilidad examinan la interfaz, enfocándose en la medida en que ésta satisface o viola los requerimientos de un grupo de principios de diseño reconocidos: las heurísticas. Estos principios se denominan "heurísticas" ya que se trata de una lista de recomendaciones generales y prácticas, más que lineamientos específicos [Nielsen, Mack 1994].

Comúnmente un evaluador tarda de una a dos horas por cada sesión de evaluación. Cuando se examinan sistemas muy grandes o complejos se sugiere partir las evaluaciones en varias sesiones, cada una concentrándose en una parte específica del sistema.

Una revisión heurística puede conducirse en dos capas diferentes:

1. Evaluación de alto nivel, en la que se examina el aspecto y el comportamiento de la interfaz, enfocándose en las tareas, objetivos y procesos.
2. Evaluación detallada, que se centra en aspectos concretos de la interfaz. Se analizan, pantalla por pantalla, aspectos específicos como la claridad de la información, ubicación de ésta, controles, textos, ligas, etc.

En comparación con otros métodos de evaluación, las evaluaciones heurísticas pueden conducirse en un corto periodo de tiempo y con costos moderados. Por estas razones, resultan útiles como valoraciones iniciales de sistemas existentes o en construcción [Pearrow 2000]. No obstante las ventajas y el alto nivel de efectividad de las evaluaciones heurísticas, se recomienda realizar posteriormente pruebas de usabilidad con usuarios para completar la evaluación del sistema. En particular, se sugieren realizar las evaluaciones heurísticas antes que las pruebas con usuarios, a fin de eliminar los problemas y deficiencias más graves que puedan impedir la interacción de los usuarios con el sistema durante las pruebas posteriores, y que provoquen que no sea posible evaluar algunas partes de interés. Finalmente, la desventaja principal de estas evaluaciones es que los expertos pueden carecer de un claro entendimiento del dominio del problema y de las características del tipo de usuario al que se dirige el sistema [Shneiderman 1998].

Un sólo evaluador puede detectar, en promedio, 35% de los problemas de usabilidad en una interfaz. Sin embargo, se ha observado que, aún con base en los mismos principios heurísticos, diferentes personas tienden a encontrar diferentes tipos



de problemas de usabilidad en un mismo sistema. Por esta razón, es posible conseguir mejores resultados al considerar las evaluaciones de varios expertos, puesto que éstas se complementan [Nielsen, Landauer 1993]. Los estudios de Nielsen demuestran que un número entre tres y cinco evaluadores es suficiente para una evaluación heurística efectiva.

### 8.1.1 Metodología

Una evaluación heurística se lleva a cabo con la participación de cada experto en sesiones individuales. Sólo después de que se han realizado todas las sesiones se permite que los evaluadores se comuniquen y compartan sus experiencias. Este procedimiento es importante ya que con ello se asegura que los resultados de cada evaluación sean independientes y libres de influencias.

Durante la sesión de evaluación, el evaluador navega varias veces por la interfaz e inspecciona sus elementos, cotejándolos con una lista de principios reconocidos de usabilidad o heurísticas. Estas heurísticas son reglas generales que describen las propiedades comunes de toda interfaz usable. Además de esta lista de heurísticas, el evaluador puede considerar algún principio de usabilidad adicional, o bien, cualquier observación que le parezca relevante. En casos particulares, y como complemento a la lista general de heurísticas, es posible desarrollar heurísticas específicas para la evaluación de productos especializados. Actualmente se puede encontrar en la literatura una amplia variedad de heurísticas propuestas por diversos autores: [Bastien, Scapin 1993], [Nielsen, Mack 1994], [Constantine 1994], [Instone 1996], [Shneiderman 1998], [Tognazzini 2003] y [Mayhew 1999].

Ya sea que el sistema a evaluar se dirija a la población en general, o que los evaluadores sean expertos en el dominio del problema, no será necesario proporcionar ninguna ayuda a los evaluadores durante su participación. Sin embargo, si se trata de un sistema cuyo dominio del problema es ajeno a la experiencia del evaluador, se requerirá de asistencia por parte del observador de la prueba a fin de que la interfaz sea empleada adecuadamente. Asimismo, el observador puede auxiliar a los evaluadores a operar la interfaz en caso de que surjan problemas técnicos, o bien, si necesitan que se les explique cualquier aspecto del sistema; de esta forma se ahorra tiempo de aprendizaje por parte del evaluador. Es importante hacer notar que, en este último caso, se debe proporcionar ayuda al evaluador sólo hasta que se encuentre claramente en problemas y haya comentado explícitamente el problema de usabilidad en cuestión.

El resultado de una evaluación heurística es una lista de problemas de usabilidad de la interfaz en cuestión, así como las referencias a aquellas heurísticas que, en cada caso, no fueron respetadas. Esta lista puede ser registrada en forma escrita, o bien, puede ser expresada verbalmente al observador de la prueba en el momento en que cada problema va surgiendo durante la sesión de evaluación. La jerarquización de la gravedad de los problemas facilita la aplicación posterior de políticas efectivas de rediseño del sistema. Así, los problemas de usabilidad pueden clasificarse en función de tres parámetros: frecuencia de ocurrencia, impacto en el usuario, y persistencia del problema.

## 8.2 Modificaciones derivadas de la evaluación heurística

Antes de evaluar el sitio WEB de este trabajo se implementaron todas sus funcionalidades. De esta forma, ya están vertidos todos los criterios de diseño que ahora se evalúan mediante las pruebas de usabilidad con y sin usuarios. No obstante, sólo están presentes dos de las seis áreas clave del nivel 2 del CMM, pues es probable que resulten observaciones, derivadas de las pruebas de usabilidad, que provoquen cambios en el diseño de los diagramas de actividades. Cabe mencionar que ambas pruebas se llevaron a cabo durante las últimas iteraciones de la fase de construcción del proceso de desarrollo (ver capítulo 6). El lector puede examinar el sitio WEB en su versión posterior a la evaluación heurística en la ruta **<unidadCD>:\SitioWEB\AntesDePruebaUsabilidad** en el CD que acompaña a este trabajo.

A continuación se enumeran los aspectos más importantes de la evaluación heurística efectuada en el sitio WEB de este trabajo:

1. Únicamente participó un evaluador: el Dr. Fernando Gamboa. Este hecho se debió a la escasa disponibilidad de expertos en materia de usabilidad.
2. Las heurísticas que se emplearon fueron los *Criterios Ergonómicos* que se enumeran en el capítulo 7 [Bastien, Scapin 1993].
3. La sesión de prueba duró aproximadamente 30 minutos, después de los cuales el evaluador expresó verbalmente los aspectos del sitio en los que se desatiende alguna heurística.
4. Las modificaciones que resultaron se muestran en las figuras 8.1 a 8.5.

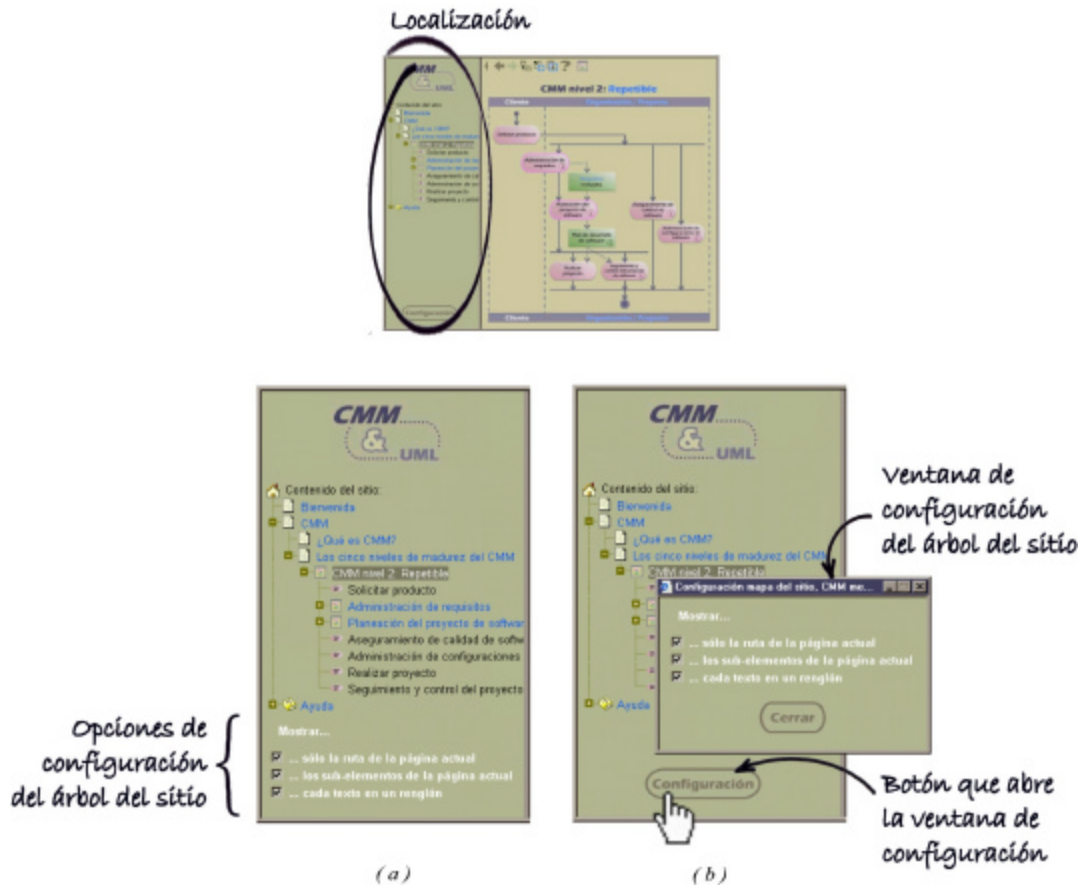


Fig. 8.1 Modificación 1: Apariencia a) antes y b) después de las modificaciones. Las opciones de configuración del árbol del sitio se pasan a una ventana aparte, ya que se trata de una tarea poco frecuente y de menor importancia. Con esta modificación se libera la interfaz de elementos no relacionados con la tarea principal del usuario: la navegación por el sitio WEB (CE “Densidad de la información”, ver inciso 7.2.8).

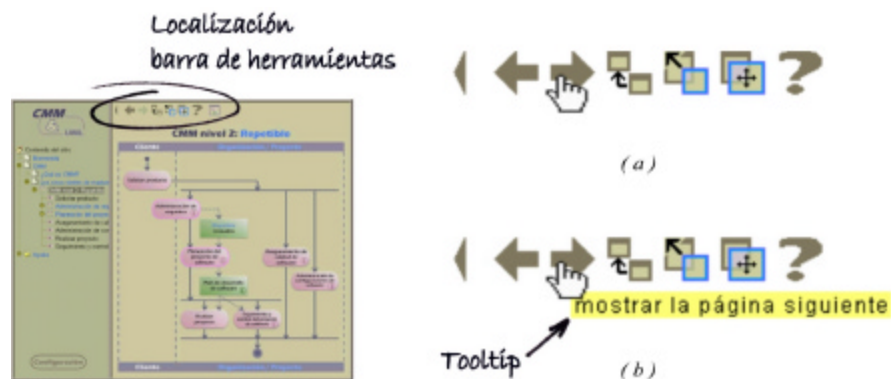


Fig. 8.2 Modificación 2: Apariencia a) antes y b) después de las modificaciones. Se agregan tooltips en los botones de la barra de herramientas y en algunas hiperligas importantes. El objetivo de los tooltips es informar al usuario acerca de la función del elemento asociado. Esta modificación se relaciona con el CE “Incitación” (ver inciso 7.2.1), pues los tooltips son medios que ayudan al usuario a saber cuáles son las alternativas de que dispone.

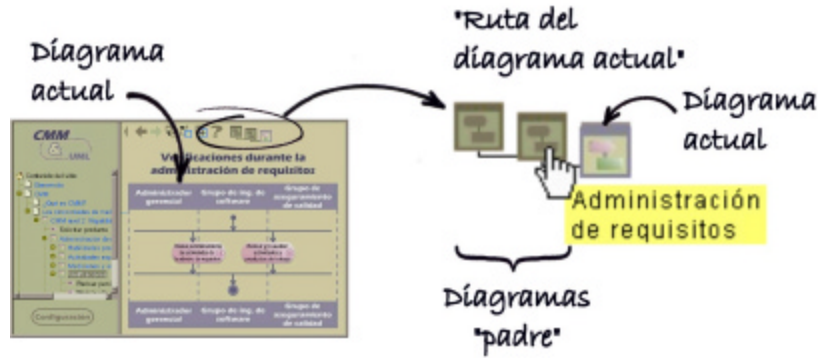


Fig. 8.3 Modificación 3: Se agrega a la barra de herramientas un grupo de botones denominado "Ruta del diagrama actual", mediante el cual el usuario puede averiguar la ruta de anidamiento de diagramas que conducen al diagrama de actividades actual. Si el usuario coloca el puntero del ratón sobre los botones de la ruta del diagrama actual, aparecen tooltips con el nombre de los diagramas de actividades que se encuentran en dicha ruta. Este nuevo grupo de botones le indican al usuario dónde se encuentra, por lo que se relacionan con el CE "Incitación" (ver inciso 7.2.1).

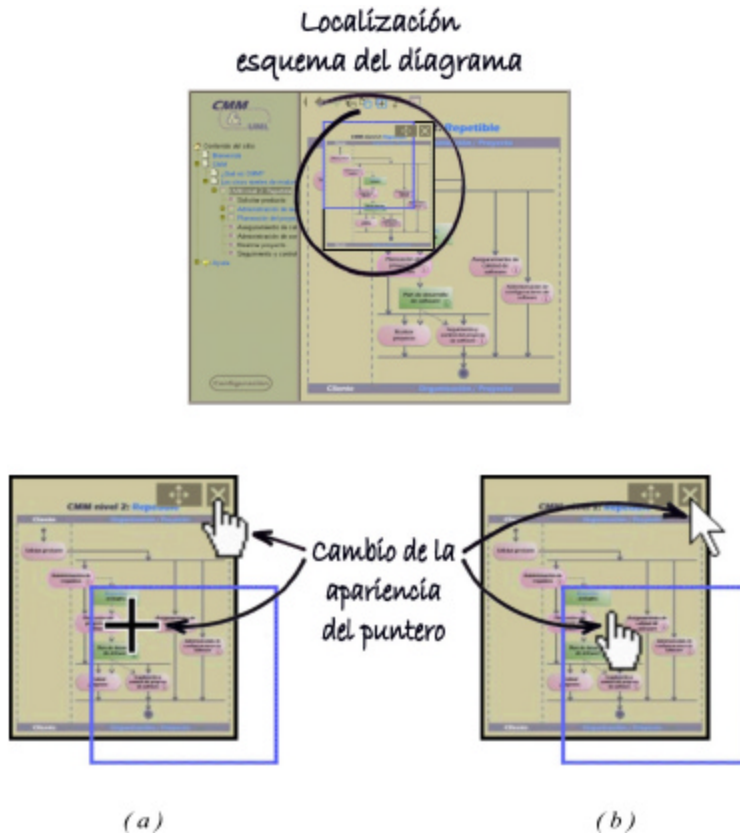



Fig. 8.4 Modificación 4: Apariencia a) antes y b) después de las modificaciones. Se modifica la apariencia del puntero del ratón cuando se coloca sobre algunos elementos del "esquema del diagrama". Esta misma modificación ocurre en las ayudas contextuales, al pasar el puntero sobre el botón , ver figura 7.21. El objetivo es emular el comportamiento de herramientas similares en programas comerciales de uso común (CE "Compatibilidad", ver inciso 7.2.18).

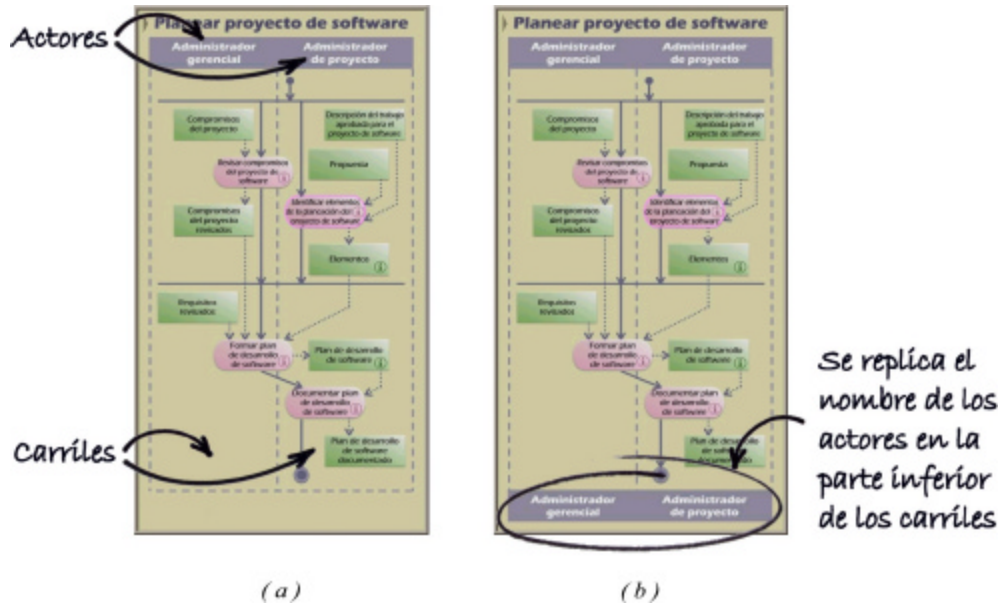


Fig. 8.5 Modificación 5: Apariencia a) antes y b) después de las modificaciones. En los diagramas de actividades se coloca el nombre de los actores tanto en la parte superior como en la parte inferior de los carriles. Así, cuando se inspecciona la parte inferior de un diagrama, se evita realizar desplazamientos hacia el inicio de la página para ver el nombre de los actores asociados a cada carril (CE "Acciones mínimas", ver inciso 7.2.7).

### 8.3 Comentarios finales

Una vez implementadas las modificaciones que resultaron de la evaluación heurística, el sistema está listo para la realización de una prueba de usabilidad con usuarios. Esta prueba se detalla en el capítulo 9.



# CAPÍTULO 9

## PRUEBA DE USABILIDAD CON USUARIOS (PRUEBA DE DISEÑO)

Si bien es cierto que existe en la literatura una cantidad considerable de recomendaciones encaminadas a hacer más usable un producto de software, siempre existen aspectos de su diseño acerca de los cuales no se tiene la certeza de su efectividad. Sólo hasta realizar pruebas con usuarios es posible validar dichos aspectos. Una prueba de usabilidad con usuarios consiste, básicamente, en la ejecución de una serie de tareas por parte de usuarios (quienes pertenecen al grupo al cual está dirigido el producto) en un ambiente controlado. Estas tareas están diseñadas de tal forma que le permitan al equipo de desarrollo evaluar los criterios de usabilidad que ha establecido para el sistema considerado.

En este capítulo se detalla la prueba de usabilidad con usuarios efectuada en el sitio WEB de este trabajo (ver incisos 9.1 y 9.2), asimismo, se enumeran las modificaciones que resultaron (ver inciso 9.3).

### 9.1 Diseño de la prueba

Existen diferentes tipos de pruebas de usabilidad con usuarios, dependiendo de los objetivos que se persiguen, los cuales a su vez son función de la fase en que se encuentra el proceso de desarrollo del sistema [Alonso 2002]. Así, los objetivos que satisfacen las pruebas son:

1. Asegurar que se han identificado e interpretado correctamente las necesidades del usuario (*pruebas exploratorias o de requerimientos*).
2. Verificar que las decisiones en el diseño del sistema efectivamente ayudan al usuario a realizar su tarea (*pruebas de diseño*).
3. Corroborar que el usuario efectúa su tarea eficientemente (*pruebas de desempeño*).

Mediante estas pruebas pueden evaluarse factores humanos como tiempo de aprendizaje, rapidez de desempeño, tasa de errores, retención en el tiempo y satisfacción subjetiva. No debe perderse de vista, sin embargo, que las pruebas de usabilidad tienen las siguientes limitaciones: se desarrollan en un contexto de "uso por primera vez" y tienen una cobertura limitada sobre las características de la interfaz, debido a la limitación del tiempo que se juzga razonable para cada sesión [Shneiderman 1998].

Una vez implementadas todas las decisiones de diseño relacionadas con la usabilidad del sitio WEB de este trabajo (ver capítulo 7) y después de realizar una prueba de usabilidad sin usuarios (ver capítulo 8), se procede a validar el diseño del sistema mediante una prueba de usabilidad con usuarios. Por sus características esta prueba corresponde a las denominadas *pruebas de diseño*. Al finalizar esta prueba se espera contar con nuevos requerimientos de modificación, adición o eliminación de funcionalidades y/o controles dentro del sitio WEB, los cuales, una vez implementados repercutirán positivamente en la usabilidad del sistema.

Debido a que en este trabajo se hace énfasis en la usabilidad del sitio WEB, se incluye con detalle el contenido de la documentación empleada en esta prueba. La prueba de usabilidad con usuarios llevada a cabo en este trabajo se basa en la metodología y documentación sugerida en [Alonso 2002]. El lector puede notar ciertas variaciones respecto a la documentación que se muestra en [Alonso 2002] únicamente en el formato de presentación.

#### 9.1.1 Descripción del sistema

Este sitio WEB presenta el CMM mediante diagramas de actividades de UML. Por medio de la representación gráfica del CMM se busca facilitar y agilizar su comprensión.

El prototipo de prueba cuenta con bienvenida, información completa acerca de CMM y ayuda. Asimismo tiene implementadas, mediante diagramas de actividades, dos de las seis áreas clave del nivel 2 de madurez del CMM. En la ruta

<unidadCD>:\SitioWEB\AntesDePruebaUsabilidad del CD que acompaña este trabajo se encuentra este prototipo. Asimismo, todos los controles que contiene presentan una funcionalidad del 100%.

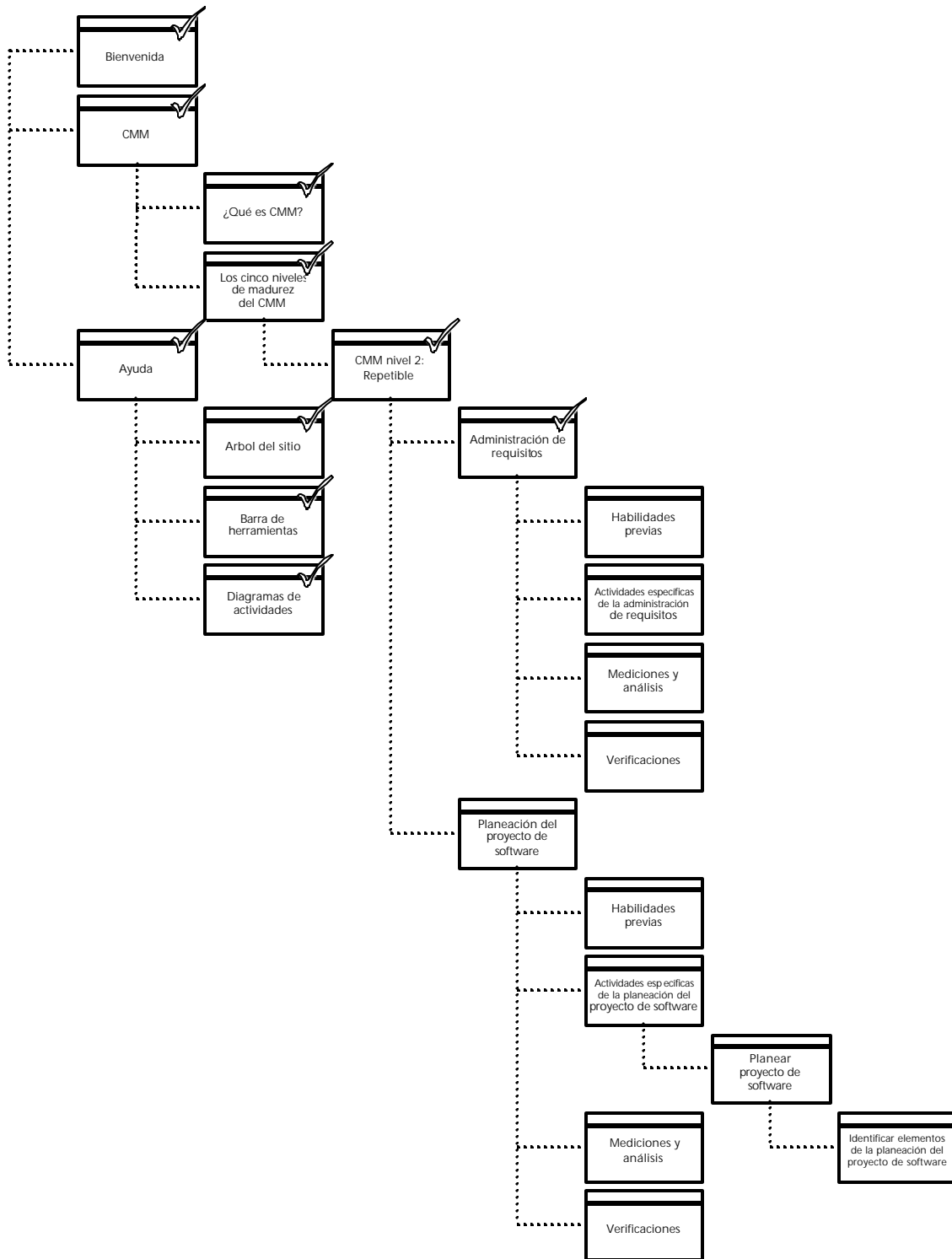


Fig. 9.1 Modelo tipo "T" de exploración del sitio WEB. Durante la prueba se visitan sólo las páginas marcadas.

En la figura 9.1 se muestran las páginas que se visitarán durante la prueba. Se observa que este prototipo se adapta al tipo "T" [Pearrow 2000] ya que el usuario navega tanto en páginas de la misma jerarquía como en páginas de jerarquías inferiores dentro del modelo de exploración. Un prototipo "T" combina las características de un *prototipo horizontal*, en el que se encuentra diseñada y habilitada la organización general del nivel superior del sitio; con un *prototipo vertical*, en el que toda la funcionalidad implementada se concentra sólo en un aspecto específico del sitio.

Así, durante las pruebas, se requiere que el usuario conozca el objetivo y contenido general del sitio (navegación horizontal), asimismo, se exploran los diagramas de actividades que representan a un área clave del nivel 2 del CMM (navegación vertical). Además, se requiere que el usuario visite las páginas de ayuda (segunda navegación vertical) con el objeto de asegurar que comprende tanto la notación empleada en los diagramas de actividades, como la estructura y funcionamiento general del sitio WEB.

En esta prueba no se examinan detalladamente todas las funcionalidades del prototipo pues interesa principalmente validar la navegación y la sensación de auto ubicación del usuario. Las 26 tareas que contiene esta prueba son el resultado de la negociación entre la validación del objetivo principal del sitio y la prueba detallada de todas sus funcionalidades (Fig. 9.3). Se considera que si se intentara probar con detalle todas las funcionalidades del sitio, resultaría una prueba demasiado larga y pesada para el usuario. Sin embargo, es necesario que el prototipo tenga todas sus funcionalidades operando pues ayudan al usuario a llevar a cabo sus tareas y contribuyen a validar las hipótesis de usabilidad (ver inciso 9.1.3).

Las características técnicas del sitio WEB son:

1. Está implementado exclusivamente en código HTML y JavaScript.
2. Puede ejecutarse en cualquier computadora que cuente únicamente con explorador de páginas HTML (Microsoft Internet Explorer 4+, Netscape Navigator 4+ y equivalentes).
3. Puede ejecutarse localmente y desde Internet (por medio de un servidor de páginas HTML). Esta prueba se realizará sin acceso a Internet pues la velocidad de respuesta del servidor durante operaciones de navegación entre páginas no será un factor a medir (ver inciso 9.3.3).

### 9.1.2 Usuarios para la prueba

Los usuarios que se emplean en una prueba de usabilidad deben provenir de la población a la cual se dirige el sistema. Bajo ninguna circunstancia pueden emplearse miembros del equipo de desarrollo que han participado en la elaboración del sistema que se desea probar [Pearrow 2000]. Se ha demostrado, además, que bastan sólo cinco usuarios para detectar aproximadamente el 80% de los problemas de usabilidad [Nielsen, Landauer 1993]. Asimismo, al finalizar su participación, se recomienda compensar de alguna manera a los usuarios convocados [Pearrow 2000].

El sitio WEB de este trabajo está dirigido principalmente a profesionales involucrados en organizaciones de desarrollo de software. No es necesario que tengan conocimientos previos acerca de CMM o de los diagramas de actividades de UML, sin embargo se espera que posean conocimientos básicos de Ingeniería de Software.

Por tanto, el usuario objetivo de este sitio puede provenir de cualquiera de los siguientes grupos:

1. Maestros y alumnos de los cursos relacionados con la Ingeniería de Software que desean conocer CMM.
2. Equipos de análisis que identifican fortalezas y debilidades en una organización.
3. Equipos de evaluación que identifican tanto los riesgos en la selección de contratistas de software, así como los aspectos a vigilar durante la supervisión de estos contratistas.
4. Administración de alto nivel que identifica las actividades necesarias para lanzar un programa de mejora en el proceso de desarrollo de software de su organización.
5. Personal técnico y grupos de mejoramiento de procesos relacionados directamente con el proceso de desarrollo de software de su organización.

En esta prueba de usabilidad se emplearán cinco usuarios que correspondan a este perfil.

#### 9.1.2.1 Cuestionario de perfil del usuario

A fin de verificar que los usuarios convocados a la prueba cumplan con este perfil, se les pide que llenen un *cuestionario de perfil del usuario* [Alonso 2002]. Estos cuestionarios proporcionan, además, información que puede ayudar a entender mejor sus acciones durante la prueba.



Este cuestionario tiene reactivos relacionados con:

1. La ocupación profesional del usuario,
2. su experiencia en el tema que trata el sitio WEB, y
3. su habilidad en el uso de sistemas de software y computadoras en general.

El cuestionario de perfil del usuario empleado en esta prueba se muestra en la figura 9.2.

**Cuestionario de perfil del usuario**

1. ¿Aproximadamente desde cuando usa computadoras?

---

2. ¿Con qué frecuencia y para qué las emplea principalmente?

---

---

3. ¿Aproximadamente desde cuando utiliza Internet?

---

4. ¿Con qué frecuencia y para qué lo emplea principalmente?

---

---

5. ¿Cuál es el nombre de la empresa donde trabaja y cuál es su número aproximado de empleados?

---

6. ¿Qué puesto ocupa usted?

---

7. Describa brevemente el trabajo que realiza en función del puesto que ocupa

---

---

8. ¿Conocía usted CMM?

---

9. ¿El proceso de desarrollo de software en su empresa se apega a algún modelo de referencia como éste?

---

10. ¿Cuál es este modelo?

---

---

*Fig. 9.2 Cuestionario de perfil del usuario.*

### 9.1.3 Hipótesis de usabilidad

El primer paso para efectuar la prueba de usabilidad con usuarios es la identificación de las hipótesis que cumple el sitio WEB en su estado actual. Una vez establecidas estas hipótesis, se proponen tareas que el usuario deberá realizar para comprobar la validez de cada hipótesis.

Las hipótesis que cumple el sitio desarrollado en este trabajo se agrupan en los siguientes aspectos principales:

1. Objetivo y contenido general del sitio.
  - Se percibirá el objetivo y contenido general del sitio.
2. Elementos mediante los cuales se expresa el sitio.
  - Se interpretará correctamente el significado de los elementos dentro de los diagramas de actividades.
3. Ayuda que ofrece el sitio.
  - Se obtendrá, a través de la ayuda, la instrucción necesaria para interpretar correctamente las herramientas que proporciona el sitio.
  - A través de la ayuda del sitio, se aprenderá a leer correctamente los diagramas de actividades.
4. Herramientas que proporciona el sitio.
  - Se detectarán todos los elementos con los que el usuario puede interactuar u obtener información, y se anticipará la función de cada uno.
5. Navegación.
  - Será posible la navegación a través de los diagramas empleando las herramientas que posee el sitio para este propósito (subactividades dentro de los diagramas, el árbol del sitio, botones "mostrar la página anterior", "mostrar la página siguiente", "mostrar el diagrama inmediato superior" y "ruta del diagrama actual" dentro de la barra de herramientas).
 

Nota: Se omite la liga "mostrar el diagrama inmediato superior" ubicada en el símbolo de terminación de proceso dentro de los diagramas de actividades. Se considera que son suficientes las herramientas que se ofrecen para subir al diagrama inmediato superior, de tal forma que si el usuario no detecta la funcionalidad del elemento mencionado anteriormente, no repercutirá en forma negativa en su capacidad para navegar por la estructura de diagramas del sitio.
  - Se estará en todo momento ubicado dentro de la estructura de diagramas del sitio.

La lista de tareas, mediante las cuales se busca validar las hipótesis de usabilidad, se incluye en el *script de la prueba*, el cual se detalla a continuación.

#### 9.1.3.1 Script de la prueba

Durante la ejecución de la prueba, cada usuario interactúa con una persona denominada *monitor*. El diálogo verbal que el monitor debe entablar con el usuario se encuentra totalmente contenido en el *script de la prueba*. El script de la prueba es un documento que contiene un *protocolo de bienvenida* y las *tareas* que debe efectuar el usuario durante la prueba [Alonso 2002].

El protocolo de bienvenida contiene la presentación del monitor al usuario, instrucciones generales y aclaraciones pertinentes. Además de informar al usuario, tiene como objetivo adicional tranquilizarlo y relajarlo a fin de que la prueba tenga éxito, sin embargo, esto no quiere decir que el tono de la redacción deba ser casual o informal. Se le debe informar al usuario que no existen respuestas correctas o equivocadas, y que el sitio es el sujeto de evaluación y no él, pues es natural la tendencia humana de culparse al cometer errores.

La lista de tareas está diseñada de tal forma que se busca validar las hipótesis de usabilidad que se supone cumple el prototipo sujeto de la prueba. Se debe evitar guiar demasiado al usuario mediante las tareas, y reproducir, en cambio, situaciones reales que podrían darse en un ambiente de producción. El texto de cada tarea debe ser lo suficientemente breve de tal forma que el usuario la recuerde fácilmente mientras la realiza.

Al final de la prueba puede agradecerse al usuario su participación. Puede mencionarse que la información obtenida durante la sesión servirá para mejorar el diseño del sistema, haciendo énfasis en la importancia del rol que ha desempeñado en este proceso.

Finalmente, se recomienda que el script se diseñe para que la prueba no dure más de una hora, pues se ha visto que el usuario tiende a mostrarse cansado e irritable en pruebas más largas [Pearrow 2000]. En la figura 9.3 se reproduce el script de esta prueba. Los textos sombreados en el script son instrucciones exclusivas para el monitor. El monitor lee en voz alta únicamente el texto no sombreado.

### Script de la prueba

#### Iniciar sitio WEB

#### Bienvenida

Buenos días/tardes, mi nombre es {nombre del monitor} y lo(a) voy a guiar durante la evaluación de este sitio WEB. A nombre de todo el equipo que lleva a cabo esta evaluación quiero agradecerle su participación.

Usted se encuentra aquí para contribuir a la evaluación de un nuevo sitio WEB para la difusión del CMM. El CMM (cuyas siglas en inglés significan "Modelo de Madurez en Capacidad") es un modelo que puede contribuir a mejorar el proceso de desarrollo de software de una organización. En este sitio WEB se expresa el contenido del CMM mediante elementos gráficos denominados "diagramas de actividades". De esta forma, el objetivo que se busca al seleccionar elementos gráficos para expresar el CMM, es facilitar y agilizar su comprensión.

Su participación es muy importante para conocer la perspectiva de los futuros usuarios de este sitio WEB y mejorar la calidad del mismo. Es importante hacer hincapié en que es el sitio quien será evaluado y no usted. Si algo no funciona, o si usted encuentra dificultades para hacer alguna de las tareas que le señalaré, esto será atribuido únicamente a la aplicación.

El éxito de esta prueba radica en la obtención de la mayor cantidad posible de información acerca de su interacción con este sitio WEB. Por tanto, será muy provechoso para nosotros que evidencie los errores o deficiencias de éste.

A fin de poder evaluar correctamente el sitio, es necesario que:

UNO: Continuamente externe todo lo que piense,

DOS: Todos sus señalamientos en la pantalla los realice exclusivamente con el puntero del ratón, y

TRES: Nos exprese en voz alta todas sus dudas y preguntas.

A fin de no afectar el resultado de la prueba y de simular una situación real de interacción con el sitio WEB, algunas de sus preguntas no serán contestadas. De cualquier forma, le pido que haga todas las preguntas que se le ocurran, pues todas ellas nos darán información valiosa.

Esta prueba consta de 26 tareas y no existe un tiempo límite para su ejecución, por lo que podrá disponer de todo el tiempo que requiera para efectuarlas.

¿Tiene alguna duda o pregunta antes de empezar?

#### Espere la respuesta del usuario

#### Tareas

En este momento inicia la prueba de este sitio WEB.

#### Marque las tareas que vaya concluyendo el usuario.

- Tarea 1:** De acuerdo a la información que proporciona el sitio, enuncie cuál cree que es su objetivo.
- Tarea 2:** De acuerdo a la información que proporciona el sitio, explique brevemente qué es el CMM.
- Tarea 3:** De acuerdo a la información que proporciona el sitio, enumere cuáles son los cinco niveles de madurez del CMM.
- Tarea 4:** De las regiones en las que se encuentra dividida la ventana del explorador, señale con el ratón la zona denominada "Árbol del sitio".

#### Si el usuario no responde correctamente a esta tarea pasar a tarea 7

- Tarea 5:** Señale dentro del árbol del sitio cómo abrir una rama de éste.
- Tarea 6:** Señale en el árbol del sitio cuál es la página que actualmente se está mostrando.
- Tarea 7:** De las regiones que observe en la pantalla, señale con el ratón la "barra de herramientas del sitio"

Fig. 9.3 Script de la prueba de diseño

- Tarea 8:** A partir de la información que proporciona este sitio, mencione qué es un diagrama de actividades, y señale uno a manera de ejemplo.
- Tarea 9:** Dentro del diagrama de actividades que eligió como ejemplo, señale con el ratón una "actividad" de éste.

Si el usuario eligió como ejemplo un diagrama de actividades diferente del de la ayuda, y acude a éste para contestar ésta y las siguientes tareas (10 a 13), sugerirle que use este diagrama en vez del que eligió originalmente.

- Tarea 10:** Indique si en el diagrama se encuentra alguna "subactividad" y señálela. **Espere a que el usuario efectúe esta parte de la tarea.** Adicionalmente mencione cuáles son las características de una subactividad.

Si el usuario no consulta la página "Ayuda / Diagramas de actividades" ir a tarea 14

- Tarea 11:** Asimismo, indique si hay alguna "actividad compartida" y señálela. **Espere a que el usuario efectúe esta parte de la tarea.** Además, mencione cuáles son las características de una actividad compartida.
- Tarea 12:** Ahora señale con el ratón un "producto".
- Tarea 13:** Indique cuántos "carriles" tiene el diagrama e indíquelos con el ratón.
- Tarea 14:** En este sitio, ¿cuáles niveles de madurez del CMM actualmente se expresan mediante diagramas de actividades?
- Tarea 15:** Acerca del diagrama de actividades que representa al "nivel de madurez 2, repetible" ¿Cuántos roles o actores intervienen en este diagrama?

Si al terminar esta tarea, el usuario no se encuentra en la página "CMM nivel 2: Repetible", dirijase a ésta mediante la liga dentro de la página "CMM", diciendo al usuario: "Para la siguiente tarea, permítame preparar la apariencia del sitio", y coloque el sitio en esta ubicación

- Tarea 16:** Señale en este diagrama de actividades la actividad en la que participan tanto el Cliente como la Organización.

Si el usuario navega a otras páginas, regresar a "CMM nivel 2: Repetible" mediante el botón "regresar" del browser, diciendo al usuario: "Para la siguiente tarea, permítame preparar la apariencia del sitio"

- Tarea 17:** ¿Qué tipo de actividad es ésta? ¿Se trata de una actividad compartida, subactividad o simplemente una actividad?

Si el usuario navega a otras páginas, regresar a "CMM nivel 2: Repetible" mediante el botón "regresar" del browser, diciendo al usuario: "Para la siguiente tarea, permítame preparar la apariencia del sitio"

- Tarea 18:** ¿Cuál es el producto que se genera al finalizar esta actividad?

Si el usuario no responde correctamente a esta tarea pasar a tarea 20

Si el usuario navega a otras páginas, regresar a "CMM nivel 2: Repetible" mediante el botón "regresar" del browser, diciendo al usuario: "Para la siguiente tarea, permítame preparar la apariencia del sitio"

- Tarea 19:** ¿Existe alguna información adicional, dentro de este diagrama, acerca de este producto?

Si el usuario navega a otras páginas, regresar a "CMM nivel 2: Repetible" mediante el botón "regresar" del browser, diciendo al usuario: "Para la siguiente tarea, permítame preparar la apariencia del sitio"

Fig. 9.3 (cont.) Script de la prueba de diseño

**Tarea 20:** Señale cuáles son las actividades que comprende la "Administración de requisitos".

Si al terminar esta tarea, el usuario no se encuentra en la página "Administración de requisitos", diríjase a ésta de la siguiente forma: oprima repetidamente el botón "regresar", si aparece la página "Administración de requisitos" deténgase, si aparece la página "CMM nivel 2: Repetible" haga clic en la subactividad "Administración de requisitos". Efectúe esta operación diciendo al usuario: "Para la siguiente tarea, permítame preparar la apariencia del sitio"

**Tarea 21:** Identifique cada una de las zonas que observe en esta pantalla y señálelas con el ratón. Diga además, cuál cree que es la función de cada una de éstas.

Durante esta tarea, si el usuario navega a otros diagramas, antes de continuar con la identificación de las zonas, indíquele que regrese al diagrama en donde se encontraba. Si no lo logra, hágalo usted con el botón "regresar" del browser.

Asimismo, recuérdale al usuario que se concentre en identificar zonas y que no se detenga en cada uno de los elementos que las componen.

Si al finalizar esta tarea el usuario navega a otros lados, regresar al diagrama "Administración de requisitos" mediante el botón "regresar" del browser, diciendo: "Para la siguiente tarea, permítame preparar la apariencia del sitio"

**Tarea 22:** Describa cada uno de los elementos que se encuentran en las zonas que acaba de detectar, y anticipe cuál es su función. Para ello:

- Primero: indique qué elemento supone que ha detectado, indicándolo con el puntero del ratón,
- A continuación: enuncie para qué cree que sirve,
- Posteriormente: úselo, y diga si es lo que esperaba o si observó una funcionalidad distinta de la esperada.

Guíe al usuario de la siguiente forma:

- deje que identifique un elemento,
- pregúntele: "¿Para qué cree que sirve ese elemento?",
- espere su respuesta y a continuación diga: "úselo y diga si ocurrió lo que esperaba y si no, diga nuevamente para qué cree que sirve".
- A continuación pregúntele: "¿Qué otro elemento encuentra en esta misma zona?".
- Si no detecta más elementos en la misma zona, indíquele: "continúe con la siguiente zona"

Durante esta tarea, si el usuario navega a otros diagramas, antes de continuar con la enumeración de los elementos que detecte, indíquele que regrese al diagrama en donde se encontraba. Si no lo logra, hágalo usted con el botón "regresar" del browser.

Si al finalizar esta tarea el usuario navega a otros lados, regresar al diagrama "Administración de requisitos" mediante el botón "regresar" del browser, diciendo: "Para la siguiente tarea, permítame preparar la apariencia del sitio"

**Tarea 23:** Mencione el nombre del diagrama que actualmente se está presentando. Espere a que el usuario efectúe esta parte de la tarea. Ahora diga qué diagrama contiene al que acaba de mencionar. Realice esta tarea sin navegar hacia ningún lado.

Si el usuario navega a otro lado, regresar al diagrama "Administración de requisitos" mediante el botón "regresar" del browser, diciendo: "Para la siguiente tarea, permítame preparar la apariencia del sitio"

Si el usuario no responde correctamente a esta tarea pasar a la "Despedida".

Fig. 9.3 (cont.) Script de la prueba de diseño

**Tarea 24:** Dirijase a este diagrama.

Regresar al diagrama "Administración de requisitos" mediante el botón "regresar" del browser, diciendo: "Permítame volver al diagrama anterior para efectuar la siguiente tarea"

**Tarea 25:** De qué otra forma cree usted que podría realizar la misma tarea que acaba de efectuar.

Si el usuario efectuó correctamente esta tarea, continuar con la tarea 26, si no, pasar a la "Despedida"

Si la página actual no es "Administración de requisitos", regresar a ésta mediante el botón "regresar" del browser, diciendo: "Permítame volver al diagrama anterior para efectuar la siguiente tarea"

**Tarea 26:** De qué otra forma, distinta de las dos anteriores, cree usted que podría realizar la misma tarea que acaba de efectuar.

**Despedida**

En este momento ha concluido la prueba.

¿Desea hacer alguna observación final?

Su participación ha sido muy valiosa para fomentar la usabilidad de este sitio WEB. Gracias por su disposición.

Cierre la pantalla del browser

Entregue al usuario los cuestionarios de perfil del usuario y de usabilidad para que los llene en este momento.

Fig. 9.3 (cont.) Script de la prueba de diseño

### 9.1.3.2 Instrumento

La manera como el usuario resuelve cada tarea de la prueba, así como sus reacciones y comentarios deben ser registrados y evaluados con el mismo criterio. El documento en el que se especifica este criterio para cada tarea es el *instrumento* [Alonso 2002].

La figura 9.4 contiene el instrumento de esta prueba. En éste se muestran:

1. Los elementos que se revisarán por cada una de las tareas que efectuará el usuario durante la prueba,
2. los criterios de evaluación empleados para cada uno de estos elementos, y
3. las hipótesis que se espera validar con cada tarea.

### 9.1.4 Monitor de la prueba

El monitor es una persona, no involucrada con el desarrollo del sitio WEB, que informa al usuario tanto acerca de los términos en los que deberá llevarse a cabo la prueba, como de las tareas que debe ejecutar. A fin de no invalidar la información resultante, durante la ejecución de las tareas, el usuario no debe recibir más ayuda del monitor que la previamente establecida por el equipo responsable de efectuar la prueba. De cualquier forma, es aconsejable limitar la interacción con el usuario al mínimo.

A fin de infundir tranquilidad y comodidad en el usuario, la actitud que debe seguir el monitor frente a éste debe ser de profesionalismo, respeto, amabilidad y paciencia. Por lo tanto, debe evitar mostrarse desesperado, frustrado o burlarse ante el desempeño del usuario. Adicionalmente, debe tener buena dicción y presencia. El monitor debe leer el script de la misma forma (contenido y entonación) a cada usuario, de esta forma se evita la introducción de variables no controladas que puedan influir en los resultados.

Instrumento

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	¿Éxito? [%]	Tiempo total	Acciones equivocadas [#]	Crterios de evaluación
								Comentarios
objetivo del sitio	ruta: Bienvenida	interpretación	1	1.1				Porcentajes de peso: 50% CMM 50% Diagramas de actividades
definición del CMM	ruta: CMM / ¿Qué es CMM?	interpretación	2	1.1				Porcentajes de peso: 50% Siglas 50% Identificar prácticas clave, mejorar madurez proceso de software
niveles de madurez del CMM	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	interpretación	3	1.1				
área del árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	interpretación	4	3.1				
botones +/-	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	interpretación	5	3.1				
página resaltada en árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	interpretación	6	3.1				
barra de herramientas	ruta: Ayuda / Barra de herramientas	interpretación	7	3.1				
definición de "diagrama de actividades"	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	8	3.2				Porcentajes de peso: 100% Representación de actividades en un proceso a lo largo del tiempo
actividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	9	3.2				
subactividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	10	3.2				Porcentajes de peso: 50% Señalar elemento 50% Características de una subactividad
actividad compartida	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	11	3.2				Porcentajes de peso: 50% Señalar elemento 50% Características de una actividad compartida
producto	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	12	3.2				
carril	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	13	3.2				
niveles de madurez implementados	área del árbol o ruta: Bienvenida o ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	interpretación	14	1.1				Marcar el medio empleado: <input type="checkbox"/> ruta: Bienvenida (ayuda contextual de "diagramas de actividades") <input type="checkbox"/> ruta: Bienvenida (Nota) <input type="checkbox"/> área del árbol <input type="checkbox"/> ruta: CMM <input type="checkbox"/> ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM
roles o actores	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	15	21.51				Porcentajes de peso: 50% navegación a página "CMM nivel 2: Repetible" 50% número de carriles Marcar el medio empleado: <input type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas <input type="checkbox"/> Ligas en ayuda contextual de "diagramas de actividades", ruta: Bienvenida <input type="checkbox"/> Ligas en ruta: CMM <input type="checkbox"/> Ligas en ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	16	2.1				
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación	17	21.32				
producto: "Requisitos revisados"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	18	21.32				
ayuda contextual: "Requisitos"	producto: "Requisitos revisados"	interpretación	19	2.1				
actividades diagrama "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	interpretación, navegación, detección	20	21.51				Se admiten como respuestas válidas la enumeración de las actividades del diagrama "Administración de requisitos" o del diagrama "Actividades específicas de la administración de requisitos" Marcar el medio empleado: <input type="checkbox"/> Actividades que conducen a diagramas completos <input type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas
área del árbol	browser	detección	21	4.1				
área del árbol	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1				
área de trabajo	browser	detección	21	4.1				
área de trabajo	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1				
barra de herramientas	área de trabajo	detección	21	4.1				
barra de herramientas	área de trabajo	anticipación de funcionalidad	21	4.1				
área del icono del sitio WEB	browser	detección	21	4.1				
área del icono del sitio WEB	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1				
lista de actividades en árbol	área del árbol	detección	22	4.1				
lista de actividades en árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	detección	22	4.1				
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
botón "Configuración"	área del árbol	detección	22	4.1				
botón "Configuración"	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1				

Fig. 9.4 Instrumento de la prueba.

**Instrumento**

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [%]	Tiempo total	Acciones equivocadas [#]	
ventana de configuración del árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
opción "Mostrar solo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1				
opción "Mostrar solo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1				
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1				
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1				
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1				
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1				
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	detección	22	4.1				
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	detección	22	4.1				
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	detección	22	4.1				
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1				
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	detección	22	4.1				
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1				
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1				
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1				
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	detección	22	4.1				
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	detección	22	4.1				
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1				
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1				
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1				
título del diagrama de actividades	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1				
roles presentes en el diagrama	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1				
inicio de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1				
producto	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1				
ayuda contextual (?)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1				
ayuda contextual (hiperliga azul)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1				
línea de sincronización	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1				
transición	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1				
fin de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1				

Fig. 9.4 (cont.) Instrumento de la prueba.



Instrumento								
Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	¿éxito? [%]	Tiempo total	Acciones equivocadas [#]	Criterios de evaluación
								Comentarios
diag. CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	autoubicación	23	5.2				Porcentajes de peso: 50% diagrama actual 50% diagrama padre del actual <b>Marcar el medio empleado:</b> <input type="checkbox"/> área del árbol <input type="checkbox"/> Icono de anidamiento de diagramas (toollips)
diag. CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	navegación	24, 25, 26	5.1				Marcar 100% por cada una de las acciones correctas <b>Marcar el medio empleado:</b> <input type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas <input type="checkbox"/> Control "Regresar a la ventana anterior" <input type="checkbox"/> Control "Subir al diagrama inmediato superior" <input type="checkbox"/> Icono de anidamiento de diagramas

**Glosario de términos**

**Elemento:** Porción del sitio WEB con la que el usuario interactúa durante la tarea cuyo número se indica en el mismo renglón.

**Ubicación:** Ubicación específica del elemento dentro del sitio WEB.

**Tipo de interacción:** Interacción que establece el usuario con el elemento. Los tipos de interacción pueden ser los siguientes:

**interpretación:** El usuario entiende el significado del elemento en el contexto de la tarea que está ejecutando.

**navegación:** El usuario se conduce exitosamente hacia otra(s) página(s) dentro del sitio con el propósito de efectuar la tarea que se le encomendó.

**detección:** El usuario percibe el elemento sin necesidad de que el monitor se lo señale.

**anticipación de funcionalidad:** El usuario anticipa correctamente la funcionalidad del elemento.

**autoubicación:** El usuario sabe en qué lugar se encuentra dentro de la jerarquía de diagramas de actividades del sitio WEB.

**No. Tarea:** Número de tarea dentro del script de la prueba en la que tiene lugar la interacción del usuario con el elemento.

**Hipótesis:** Hipótesis que se intenta validar mediante la interacción que se establece entre el usuario y el elemento.

**Criterios de evaluación:**

**¿éxito?:** Se especifica si la interacción que se estableció entre el usuario y el elemento es exactamente la esperada. En este caso los valores que admite esta casilla son 100% y 0%. Si el éxito de la interacción entre el usuario y el elemento depende de cubrir varios aspectos, cada uno debe tener una ponderación. En este caso la casilla comentarios contiene el porcentaje que se asigna a cada aspecto.

**Tiempo total:** Tiempo invertido en completar la interacción con el elemento por parte del usuario.

**Acciones equivocadas:** Indica el número de acciones equivocadas que realizó el usuario antes de completar exitosamente su interacción con el elemento.

Fig. 9.4 (cont.) Instrumento de la prueba.

A pesar de que el monitor de esta prueba no forma parte del equipo de desarrollo de este sitio WEB, se requiere que adquiriera un conocimiento completo del funcionamiento y estructura del sitio WEB, pues durante su participación debe tomar decisiones basadas en este conocimiento.

### 9.1.5 Laboratorio para la prueba

El laboratorio donde se realizan las pruebas debe contar con los medios necesarios para registrar la interacción del usuario con el sistema, pero sin interferir con su desempeño.

El lugar debe ser cómodo: se deben evitar ruidos molestos y temperaturas extremas, asimismo, se deben evitar los relojes a la vista del usuario. La silla del monitor debe colocarse a un lado y ligeramente atrás de la silla del usuario [Pearrow 2000]. Esta configuración provoca que el monitor se encuentre fuera del campo visual del usuario, eliminando las distracciones y evitando que el usuario perciba el lenguaje no verbal que involuntariamente expresa el monitor en la forma de gestos, títubeos, cambios en la respiración, actividad motora, etc.

A fin de permitir la participación de observadores durante la prueba, puede acondicionarse un cuarto adyacente, a prueba de ruido y un espejo de una dirección como muro divisorio. Adicionalmente, resulta conveniente contar con un área de recepción para los usuarios, donde puedan tomar alguna bebida mientras esperan su turno.

Esta prueba se realizó en el Laboratorio de Interacción Humano Máquina y Multimedia del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (UNAM). La configuración de este laboratorio corresponde a la denominada *Observación electrónica simple* [Alonso 2002] (Fig. 9.5).

### 9.1.6 Registro de la prueba

Debido a que no es factible consignar la información a medida que se va generando, resulta aconsejable grabar en video cada sesión de la prueba. Dado que se requiere revisar al mismo tiempo tanto lo que ocurre en la interfaz como las

reacciones del usuario, puede realizarse una composición de ambas imágenes en una sola. Para lograrla, se requiere de un convertidor que transforme la salida de video de la computadora al formato NTSC (National Television Standards Committee) [Pearrow 2000], así como una mezcladora de video (Fig. 9.5). Para la señal de audio se aconseja evitar el uso de micrófonos dinámicos.

El video resultante, denominado *registro de la prueba* [Alonso 2002], además de servir como herramienta para detectar los problemas de usabilidad de un sistema, es un medio valioso para convencer a los diseñadores y administradores acerca de los cambios que pueden requerirse [Shneiderman 1998].

Algunas personas se muestran reservadas y tienden a desempeñarse pobremente ante una cámara. Por esta razón, el equipo de grabación debe colocarse en un sitio lo suficientemente discreto para que el usuario lo ignore tan pronto como inicie sus tareas (ver la localización de la cámara en la figura 9.5).

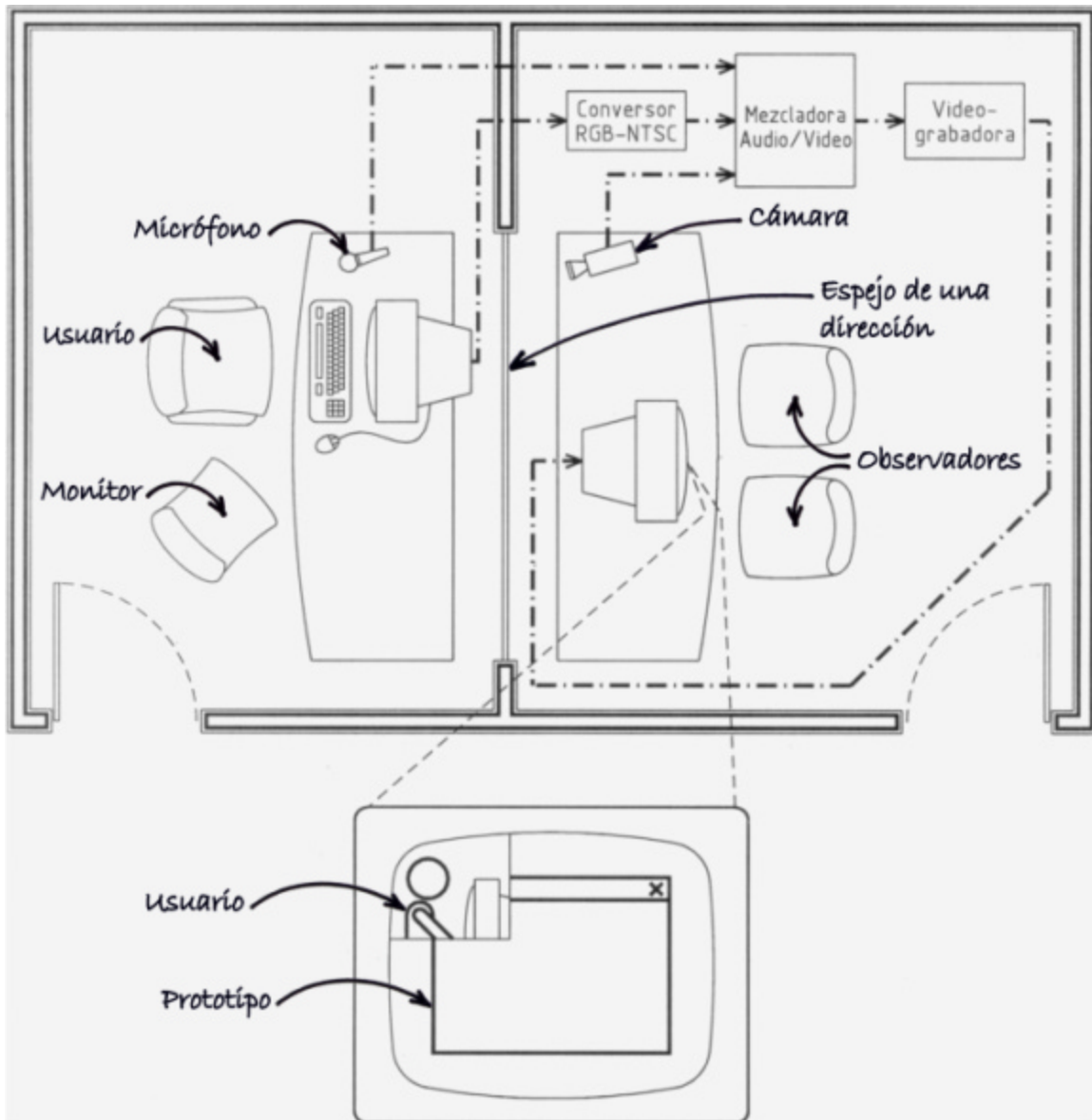


Fig. 9.5 Laboratorio de pruebas de usabilidad con usuarios. Configuración "Observación electrónica simple".

### 9.1.7 Cuestionario de usabilidad

Después de la ejecución de las tareas, es conveniente saber del usuario tanto su opinión subjetiva como la calificación que le otorga a la calidad de la interfaz en términos de usabilidad. A través del *cuestionario de usabilidad* el equipo de desarrollo puede contar con esta información, basada en criterios de evaluación homogéneos.

En la figura 9.6 se muestra el cuestionario de usabilidad empleado en esta prueba. Este cuestionario es una variación del SUS [Kirakowski, Corbett 1988].

### 9.1.8 Requerimientos para la prueba

Para la prueba sólo fue necesaria una computadora con un explorador de páginas HTML (Microsoft Internet Explorer 4+, Netscape Navigator 4+ o equivalentes). El prototipo del sitio WEB empleado (ver inciso 9.1.1) se encuentra en la ruta `<unidadCD>:\SitioWEB\AntesDePruebaUsabilidad` del CD que acompaña este trabajo.

Además, durante la ejecución de la prueba en el laboratorio se empleó la siguiente documentación:

1. Script de la prueba,
2. Cuestionario de perfil del usuario, y
3. Cuestionario de usabilidad

## 9.2 Ensayo previo de una prueba con usuario para revisar el script

Antes de efectuar las pruebas reales con usuarios conviene hacer un ensayo previo con el objeto de revisar que el script sea claro y esté libre de fallas. De esta forma, pueden detectarse tareas formuladas incorrectamente, o que incluso su ejecución sea imposible [Pearrow 2000].

Durante el ensayo realizado con el script de este trabajo se detectaron y corrigieron los siguientes aspectos (Fig. 9.3):

1. Indicaciones que facilitan al usuario la ejecución de las tareas:  
Si se puede alterar la forma en que el usuario resuelve una tarea, sin alterar el resultado de ésta, instruir al monitor para que haga las indicaciones al usuario a fin de facilitarle su trabajo.
  - Si durante las tareas 9 a 12 se consulta continuamente el diagrama de actividades que se muestra como ejemplo en la página de ayuda, sugerir al usuario que ejecute esas tareas tomando como ejemplo ese diagrama (el de la ayuda).
  - Si durante la ejecución de las tareas 21 y 22 el usuario navega a otras páginas, indicarle que regrese al diagrama donde se encontraba para continuar con estas tareas. En caso de que el usuario no logre realizar esta acción, el monitor deberá efectuarla por él. Sin embargo, en este último caso el monitor debe evitar emplear las herramientas de navegación que proporciona el sitio, pues esto daría pistas al usuario sobre cómo usarlas.
2. Indicaciones que hacen más claro el diálogo entre el monitor y el usuario:  
Inserción de comentarios para el monitor a fin de que haga pausas que le permitan al usuario efectuar paso a paso una tarea compleja.
  - Inserción de comentarios para el monitor en las tareas 10, 11 y 22.
3. Detección de tareas que conviene agregar.  
Indicar al usuario que identifique los elementos con los que trabajará en las tareas posteriores y que formarán parte del lenguaje utilizado por el monitor.
  - Se inserta la tarea 12 (identificar un "producto" dentro de un diagrama de actividades) ya que más adelante se asumirá que el usuario sabe qué son estos elementos (tarea 18).
4. División de tareas complejas en tareas más simples
  - Se divide la tarea de identificación de zonas y elementos en dos: identificación de las zonas en que se encuentra dividida la ventana del browser, y a continuación identificación de los elementos que se encuentran en cada zona (tarea 21 y 22).
5. Modificación de la redacción de aquellas tareas que resultan confusas o poco claras.

**Cuestionario de usabilidad**

Lea cuidadosamente las aseveraciones y marque con una X qué tan de acuerdo o qué tan desacuerdo está con cada una de ellas. Si no tiene la seguridad de qué contestar, marque la casilla 3.

	Fuertemente en desacuerdo				Fuertemente de acuerdo
1. Creo que me gustará usar el sistema frecuentemente. *	1	2	3	4	5
2. Encuentro el sistema innecesariamente complejo. *	1	2	3	4	5
3. Pienso que el sistema es fácil de usar. *	1	2	3	4	5
4. Creo que necesitaré la ayuda de un técnico para poder usar el sistema. *	1	2	3	4	5
5. Encuentro que las distintas funciones del sistema están bien integradas. *	1	2	3	4	5
6. Pienso que hay mucha inconsistencia en el sistema. *	1	2	3	4	5
7. Me imagino que la gente aprenderá a usar el sistema bastante rápido. *	1	2	3	4	5
8. Encuentro al sistema engorroso de usar. *	1	2	3	4	5
9. Me sentí muy seguro usando el sistema. *	1	2	3	4	5
10. Necesito aprender muchas cosas antes de poder utilizar el sistema. *	1	2	3	4	5
11. La ayuda que proporciona el sistema es útil.	1	2	3	4	5
12. La ayuda que proporciona el sistema es suficiente.	1	2	3	4	5
13. Escriba a continuación cualquier comentario adicional que tenga respecto al sistema que acaba de usar.					
<hr/>					
<hr/>					
<hr/>					

1 © Digital Equipment Corporation, 1986.

**Criterio de evaluación (reactivos con la marca \*):**  
 El valor de los reactivos con número impar es la posición de la escala menos 1. El valor para los reactivos pares es 5 menos la posición de la escala. La calificación máxima es 40.  
 Los reactivos sin la marca \* sirven para saber la opinión del usuario sobre aspectos específicos del sistema.

Fig. 9.6 Cuestionario de usabilidad

### 9.3 Resultados de la prueba

Una vez efectuadas las sesiones de la prueba, corresponde realizar el análisis de los resultados de ésta. Así, deben registrarse las fallas funcionales del prototipo probado, el tiempo que duró la prueba, el tiempo que tardó el usuario en finalizar cada tarea, su grado de compleción y número de errores cometidos, asimismo, los comentarios del usuario y los de los observadores de la prueba. Por último, tomando en cuenta esta información, se proponen las modificaciones al sistema que correspondan.

En los documentos que se enumeran a continuación se vierten los resultados de una prueba de usabilidad [Alonso 2002]. Éstos dependen de la observación y análisis de las sesiones con cada usuario, tanto en el momento mismo en que se lleva a cabo cada sesión como durante la reproducción de los videos grabados (*registros de la prueba*):

1. *Observaciones de usabilidad*
2. *Reporte general de usabilidad*
3. *Reporte de desempeño*
4. *Recomendaciones de usabilidad*

De estos documentos, los tres últimos se emplean en la siguiente iteración del proceso de desarrollo, pues contienen nuevas recomendaciones para el diseño del sistema. En este trabajo se omite la presentación de esta información con los formatos propuestos en [Alonso 2002], sin embargo, el lector puede encontrarla íntegra en los incisos 9.3.1 a 9.3.4.

Asimismo, en esta etapa se requiere la información de los siguientes documentos:

1. *Cuestionario de usabilidad*: El cual contiene la opinión subjetiva del usuario acerca de la usabilidad del sistema (ver inciso 9.1.7).
2. *Cuestionario de perfil de usuario*: Que proporciona información acerca de las capacidades y experiencia de los participantes (ver inciso 9.1.2.1). Esta información puede ayudar a discernir si los errores se deben a la inexperiencia del usuario, a fallas en el sistema, o bien, a deficiencias en la prueba misma.

#### 9.3.1 Observaciones de usabilidad

Durante la ejecución de cada sesión, los observadores presentes pueden realizar las anotaciones que consideren importantes para su análisis. Además de los resultados medidos cuantitativamente en el *instrumento*, de estas observaciones pueden desprenderse directamente nuevos requisitos de adición/modificación al sistema.

Todas las sesiones de la prueba de usabilidad efectuada en este trabajo fueron presenciadas por un solo observador, quien a su vez es el autor del sistema y de este trabajo. Varias de las observaciones anotadas por el observador se mencionan en el inciso 9.3.2; asimismo, en la figura 9.8 se muestran las modificaciones que se proponen realizar al sistema debido a los comentarios del observador de la prueba (ver columna "... propuesta por el observador" de la figura 9.8).

#### 9.3.2 Reporte general de usabilidad

Este documento es una descripción textual de cómo se desarrolló la prueba en términos generales. Contiene principalmente los siguientes aspectos:

1. Descripción de la prueba
2. Validez de la prueba
  - El sistema
  - EL equipo de cómputo empleado
  - Participantes: monitor y usuarios
  - Las tareas
3. Resultados
  - *Instrumento*
  - Calificación del *cuestionario de usabilidad*
4. Conclusiones

Acercas de la prueba de usabilidad conducida para este trabajo, destacan los siguientes aspectos:

**El sistema.** Durante las sesiones de la prueba se observa que la navegación le resulta transparente al usuario, dándole una sensación de inmersión dentro del tema que ofrece el sistema, es decir el CMM. El sistema fue, en general, del gusto de los usuarios, y sólo en algunos casos expresaron algunas sugerencias menores para mejorarlo.

**El monitor.** Su trato con el usuario fue en todo momento profesional y respetuoso, asimismo no lo guió en ninguna de sus respuestas, siendo su comportamiento consistente en todas las sesiones. Así, se considera que la participación del monitor fue muy adecuada, y que ayudó al éxito de las pruebas.

En todas las sesiones atendió y ejecutó las indicaciones del script encaminadas a asegurar que el contexto en que se resuelven las tareas sea el mismo para todos los usuarios. Además, en algunos casos decidió omitir algunas tareas, pues de acuerdo a las indicaciones del script no se daban las condiciones necesarias para que el usuario pudiera resolverlas.

**Los usuarios.** Los usuarios que participaron en las sesiones de la prueba tienen, en promedio, una experiencia de 20 años en el uso de computadoras, y de 7 en el uso de Internet. Todos emplean la computadora diariamente en sus tareas. Tres de ellos laboran en la práctica profesional, mientras que los dos restantes son académicos en el área de Ingeniería de Software. Todos reportaron conocer algún modelo de referencia para el proceso de desarrollo de software, y cuatro de ellos declararon conocer el CMM. Se considera, por tanto, que cumplen con el perfil de la población a quien está dirigido el sitio WEB de este trabajo (ver inciso 9.1.2). Esta información fue extraída de los *questionarios de perfil del usuario* contestados al final de cada sesión, y puede consultarse en detalle en el apéndice B.

El proceso de selección de usuarios inició con la elaboración una convocatoria abierta para quienes desearan participar en la prueba. En ésta se enumeraron las características de debían cumplir los aspirantes. El criterio de selección se basó simplemente en la disposición a colaborar de las personas que atendieron a la invitación. Sin embargo, en futuras ocasiones se optará por pedirles en la invitación que llenen el *questionario de perfil de usuario* a fin de contar con más elementos para la selección de los usuarios. Así, se evita que sea el usuario quien decida si es un candidato elegible para la prueba, ya que además del interés por participar en las pruebas, se requiere que los usuarios cumplan con un perfil específico.

**Las tareas.** Durante las sesiones se observó que las tareas del script resultaron claras para los usuarios. Cabe mencionar que el ensayo previo efectuado para revisar el script permitió detectar fallas que fueron corregidas a tiempo (ver inciso 9.2). Además, en muy pocas ocasiones los usuarios solicitaron que se les repitiera el enunciado de alguna tarea, por lo que se concluye que las tareas fueron lo suficientemente concisas para permitir su retención. Finalmente, todas las sesiones duraron en promedio 30 minutos, lo que permitió evitar la fatiga en los participantes.

En la literatura se sugiere que el orden en que se presentan las tareas de una prueba de usabilidad sea aleatorio [Pearrow 2000]. Sin embargo, el diseño de este script se basó en la adquisición gradual de conocimientos que le permitan al usuario resolver tareas cada vez más complejas. Por este motivo, se estableció un orden de ejecución determinado para las tareas. Puede notarse que, como consecuencia de esto último, los tiempos de ejecución de cada tarea resultan totalmente comparables entre sesiones, ya que el contexto y grado de aprendizaje con el que se resuelve cada tarea es el mismo para todos los usuarios.

**Resultados.** El *instrumento* es el medio donde se registran y evalúan cuantitativamente los resultados de la prueba. En el apéndice B se muestran los *instrumentos* para cada una de las sesiones de la prueba, así como los comentarios y observaciones que hicieron acerca del sistema tanto el observador como los usuarios. Además, en la figura 9.7 se muestra un *instrumento* que resume a todos los anteriores, resaltando los aspectos del sistema que requieren modificaciones. Acerca de este último *instrumento*, destacan los siguientes comentarios:

1. Las columnas "¿éxito?", "Tiempo total", y "Acciones equivocadas" corresponden a valores promedio, salvo en los casos en que se especifique otra cosa. Sin embargo, se decidió excluir la información obtenida con el usuario 4, pues los datos de su desempeño podrían dispersar el resultado de la prueba. Se asume que su escaso y esporádico éxito en la ejecución de las tareas, muy probablemente se deba a nervios y apresuramiento, o bien, a falta de atención por parte de este usuario. Asimismo, se basó predominantemente en sus conocimientos, correctos o no, para efectuar las tareas de la prueba, en vez de la información que el sitio le proporciona. Por este motivo, en estos casos no es posible determinar, a través de este usuario, la efectividad de los elementos que proporciona el sitio, pues no fueron consultados. Así, sólo se tomaron en cuenta algunas partes aisladas de su participación en la sesión de prueba y aquellos aspectos que el observador haya considerado relevantes durante esta sesión.

2. El cálculo del promedio de éxito incluye sólo aquellas tareas efectivamente realizadas. Cabe recordar que el script de la prueba específica que no se resuelvan algunas tareas, dependiendo del cumplimiento de ciertas condiciones.
3. En general, las tareas con un bajo porcentaje de éxito ameritan la implementación de cambios en el sistema. La columna "¿Amerita cambios al sitio WEB?" marca los aspectos del sistema que requieren modificaciones, los cuales a su vez, se especifican en la columna "No. de cambio propuesto". Sin embargo, en contados casos se consideró que no se requieren cambios en el sistema, no obstante el bajo porcentaje de éxito registrado. Asimismo, en otros casos se decidieron implementar cambios en algunos aspectos cuyo porcentaje de éxito fue incluso del 100% (Fig. 9.7). En la figura 9.8 el lector puede consultar la lista de cambios al sistema derivados de la prueba de usabilidad.
4. El cálculo del promedio del "Tiempo total" y de "Acciones equivocadas" incluye sólo aquellas tareas en las que se haya alcanzado el 100% de éxito. De esta forma, la información que se encuentra en estas columnas se puede interpretar como el promedio de tiempo, y de acciones equivocadas, que le lleva al usuario terminar exitosamente una tarea.
5. De la observación de las sesiones, se considera que aquellas tareas que se ejecutan en menos de 10 segundos ya no pueden optimizarse pues son prácticamente instantáneas. Además, se asume que, si la ejecución exitosa de una tarea dura este tiempo, se debe a que el usuario tiene una idea clara y precisa de cómo realizarla.
6. Si en el futuro se decidiera cambiar algún aspecto del diseño del sitio WEB, los tiempos promedio de esta prueba pueden servir como base para determinar la efectividad del nuevo diseño.

Como complemento a la información que proporciona el *instrumento*, los *cuestionarios de usabilidad*, contestados por los usuarios al finalizar su sesión de prueba, reportan su opinión subjetiva y la calificación que le otorgan a la calidad de la interfaz en términos de usabilidad. La calificación promedio obtenida por el sistema en esta prueba fue de 91% (ver apéndice B).

**Conclusiones.** La prueba evidenció los aspectos a mejorar del sitio WEB. Estas modificaciones surgieron tanto de las tareas realizadas por los usuarios como de los aspectos detectados por el observador durante las sesiones de prueba. Cabe mencionar que aunque el autor de este trabajo asumía que el sistema satisfacía de alguna manera a todos los criterios ergonómicos, aún así surgieron modificaciones como resultado de la prueba. No obstante, se estima que las decisiones originales de diseño, tomadas en cuanto a la usabilidad del sistema, fueron acertadas; pues las modificaciones que resultaron de la prueba fueron menores y fácilmente implementables.

#### Instrumento (Promedio de todas las sesiones)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			¿Amerita cambios al sitio WEB?	No. de cambio propuesto (Ver lista de cambios en la figura 9.8)
					¿éxito? [%]	Tiempo total	Acciones equivocadas [#]		
objetivo del sitio	ruta: Bienvenida	Interpretación	1	1.1	75%	0' 25.33"	0.5	SI	Cambio # 20
definición del CMM	ruta: CMM / ¿Qué es CMM?	Interpretación	2	1.1	83%	0' 20.62"	0	NO	Se considera que no se requiere un cambio
niveles de madurez del CMM	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	Interpretación	3	1.1	100%	0' 23.86"	0	SI	Cambio # 8 : Contribuirá a disminuir el tiempo de ejecución de esta tarea.
área del árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	Interpretación	4	3.1	100%	a) 0' 3.53" b) 0' 30.30"	0	NO	
botones +/-	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	Interpretación	5	3.1	100%	a) 0' 3.81" b) 0' 39.82"	0	NO	
página resaltada en árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	Interpretación	6	3.1	100%	0' 4.31"	0	NO	
barra de herramientas	ruta: Ayuda / Barra de herramientas	Interpretación	7	3.1	50%	0' 24.89"	1	SI	Cambio # 1 y 16
definición de "diagrama de actividades"	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	Interpretación	8	3.2	88%	0' 46.83"	0	NO	Cambio # 18 : Se evita que el usuario tenga que saber un vocabulario establecido por el diseñador y que no tiene que ver con el tema principal del sistema.
								NO	Se considera que no se requiere un cambio

Fig. 9.7 Instrumento con los promedios de la prueba.

Instrumento (Promedio de todas las sesiones)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			¿Amerita cambios al sitio WEB?	No. de cambio propuesto (Ver lista de cambios en la figura 9.8)
					¿éxito? [%]	Tiempo total	Acciones equivocadas [#]		
actividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	9	32	100%	0' 4.33"	0	NO	
subactividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	10	32	50%	a) 0' 3.95" b) 0' 20.6"	0	SI	Cambio # 9
actividad compartida	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	11	32	100%	a) 0' 6.33" b) 0' 48.74"	0	NO	
producto	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	12	32	100%	0' 4.79"	0	NO	
carriil	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	13	32	100%	a) 1' 0.64" b) 0' 10.32"	0	NO	
niveles de madurez implementa dos	área del árbol o ruta: Bienvenida o ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	interpretación	14	1.1	75%	0' 1.52"	0.3	NO	Se considera que no se requiere un cambio
roles o actores	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	15	21.51	88%	0' 12.49"	0	SI	Cambio # 2
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	16	21	100%	0' 4.28"	0	NO	
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación	17	21.32	63%	2' 17.47"	0	SI	Cambio # 9
producto: "Requisitos revisados"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	18	21.32	100%	0' 6.27"	0	NO	
ayuda contextual: "Requisitos"	producto: "Requisitos revisados"	interpretación	19	21	100%	0' 4.34"	0	NO	
actividades diagrama "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	interpretación, navegación, detección	20	21.51	100%	0' 44.19"	0.25	NO	
área del árbol	browser	detección	21	4.1	100%			NO	
área del árbol	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			NO	
área de trabajo	browser	detección	21	4.1	100%			NO	
área de trabajo	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			NO	
barra de herramientas	área de trabajo	detección	21	4.1	100%			NO	
barra de herramientas	área de trabajo	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			NO	
área del icono del sitio WEB	browser	detección	21	4.1	50%			SI	Cambio # 7
área del icono del sitio WEB	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			NO	
lista de actividades en árbol	área del árbol	detección	22	4.1	100%			NO	
lista de actividades en árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			NO	
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	detección	22	4.1	100%			SI	Cambio # 15: Ayuda a hacer más legibles las ligas del árbol Cambio # 17: Ya que el árbol es empleado para navegar, y no para consultar las actividades presentes en un diagrama de actividades, para lo cual usa el diagrama mismo.
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			SI	Cambio # 13: Hará compatible el funcionamiento del árbol del sitio con el explorador de archivos de Windows
botón "Configuración"	área del árbol	detección	22	4.1	100%			NO	
botón "Configuración"	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	75%			SI	Cambio # 4

Fig. 9.7 (cont.) Instrumento con los promedios de la prueba.



## Instrumento (Promedio de todas las sesiones)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	¿éxito? [%]	Criterios de evaluación			¿Amerita cambios al sitio WEB?	No. de cambio propuesto (Ver lista de cambios en la figura 9.8)
						Tiempo total	Acciones equivocadas [#]	Comentarios		
ventana de configuración del árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	50%				SI	Cambio # 5
opción "Mostrar sólo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%				NO	
opción "Mostrar sólo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	38%				SI	Cambio # 5
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%				NO	
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	88%				SI	Cambio # 5
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%				NO	
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	83%				SI	Cambio # 5
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%				NO	
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%				NO	
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%				NO	
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%				NO	
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1	75%				SI	Cambio # 1
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	67%				SI	Cambio # 6
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%				NO	
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%				NO	
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%				NO	
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%				NO	
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%				NO	
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%				NO	
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%				NO	
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	50%				SI	Cambio # 3 y 12
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%				NO	
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%				NO	
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%				NO	
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	75%				NO	Se considera que no se requiere un cambio
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%				NO	
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%				NO	
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%				NO	
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%				NO	
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%				NO	
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	75%				NO	Se considera que no se requiere un cambio
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%				NO	
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%				NO	
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1	100%				NO	
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%				NO	
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1	100%				NO	
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%				NO	
título del diagrama de actividades	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%				NO	
roles presentes en el diagrama	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%				NO	
inicio de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	50%				NO	Se considera que no se requiere un cambio
producto	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%				NO	
ayuda contextual (?)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	50%				SI	Cambio # 10
ayuda contextual (hiperliga azul)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	75%				SI	Cambio # 10
línea de sincronización	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%				NO	Se considera que no se requiere un cambio
transición	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%				NO	
fin de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%				NO	
diag. CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	autoblocación	23	5.2	100%	a) 0' 4.71' b) 0' 5.93'	0 0	Subtareas: a) diagrama actual b) diagrama padre del actual Medios empleados: <input checked="" type="checkbox"/> área del árbol <input type="checkbox"/> icono de anidamiento de diagramas (tooltips)	NO	

Fig. 9.7 (cont.) Instrumento con los promedios de la prueba.

**Instrumento (Promedio de todas las sesiones)**

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			¿Amerita cambios al sitio WEB?	No. de cambio propuesto (Ver lista de cambios en la figura 9.8)
					¿éxito? [%]	Tiempo total	Acciones equivocadas [#]		
diag. CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	navegación	24, 25, 26	5.1	100% 100% 100%	0' 3.77" 0' 3.73" 0' 8.42"	0 0.25 0.25	NO	

**Glosario de términos**

**Elemento:** Porción del sitio WEB con la que el usuario interactúa durante la tarea cuyo número se indica en el mismo renglón.

**Ubicación:** Ubicación específica del elemento dentro del sitio WEB.

**Tipo de interacción:** Interacción que establece el usuario con el elemento. Los tipos de interacción pueden ser los siguientes:

**interpretación:** El usuario entiende el significado del elemento en el contexto de la tarea que está ejecutando.

**navegación:** El usuario se conduce exitosamente hacia otra(s) página(s) dentro del sitio con el propósito de efectuar la tarea que se le encomendó.

**detección:** El usuario percibe el elemento sin necesidad de que el monitor se lo señale.

**anticipación de funcionalidad:** El usuario anticipa correctamente la funcionalidad del elemento.

**autobúsqueda:** El usuario sabe en qué lugar se encuentra dentro de la jerarquía de diagramas de actividades del sitio WEB.

**No. Tarea:** Número de tarea dentro del script de la prueba en la que tiene lugar la interacción del usuario con el elemento.

**Hipótesis:** Hipótesis que se intenta validar mediante la interacción que se establece entre el usuario y el elemento.

**Criterios de evaluación:**

**¿éxito?:** Se especifica si la interacción que se estableció entre el usuario y el elemento es la esperada.

**Tiempo total:** Promedio de tiempo invertido en completar la interacción con el elemento por parte de los usuarios.

**Acciones equivocadas:** Indica el promedio de acciones equivocadas que realizaron los usuarios antes de completar exitosamente su interacción con el elemento.

*Fig. 9.7 (cont.) Instrumento con los promedios de la prueba.*

**9.3.3 Reporte de desempeño**

Durante las sesiones, el hardware trabajó adecuadamente, y el sistema exhibió un comportamiento libre de fallas. Sin embargo, en este reporte no es posible calificar la rapidez de respuesta durante la navegación entre páginas, ya que todo el sistema se instaló en el cliente, en vez de una conexión por Internet con un servidor de páginas HTML. Esta decisión obedeció a que toda la funcionalidad que se deseaba poner a prueba se proporciona exclusivamente en el cliente. Incluso, una vez cargado el árbol del sitio, ya no se requiere de comunicación adicional con el servidor, más que la necesaria para mostrar las páginas del sitio en la zona de trabajo. Se estima que el tiempo de espera máximo para la carga completa de las páginas más extensas en la zona de trabajo es de aproximadamente 30 s (velocidad de transmisión = 56 kilobits/s).

**9.3.4 Recomendaciones de usabilidad**

Este documento contiene los cambios que se proponen implementar en las siguientes iteraciones del proceso de desarrollo del sistema. Además, en este reporte se especifican las razones por las cuales se proponen cada uno de los cambios.

En la figura 9.8 se muestran las modificaciones al sitio WEB que resultaron de la prueba de usabilidad con usuarios. Las modificaciones marcadas con el símbolo ✓ se derivan de las fallas que evidenció la interacción de los usuarios con el sistema; mientras que aquellas marcadas con el símbolo ☑ fueron sugerencias explícitas de los usuarios o del observador de la prueba.

Las sugerencias de los usuarios fueron sometidas a un análisis profundo antes de su aprobación. Pues se debe evitar acatarlas indiscriminadamente, a fin de no transferir al usuario la responsabilidad del diseño del sistema. Conviene recalcar que el objetivo principal de la prueba de usabilidad con usuarios es que, a través de la interacción del usuario con el sistema, surjan las modificaciones que se requieren. El lector puede consultar en el apéndice B los comentarios y sugerencias que hicieron cada uno de los usuarios.

Todas las modificaciones propuestas fueron implementadas en la siguiente iteración del proceso de desarrollo. En las figuras 9.9 a 9.21 se muestran las principales modificaciones efectuadas en el sitio WEB.

#	Modificación...	... que surgió de la sesión con el usuario:					... propuesta por el observador	Figura que muestra la modificación
		1	2	3	4	5		
1	Los usuarios no notaron los iconos de la barra de herramientas, o al menos no los consideraron como una barra de herramientas, especialmente en las páginas donde la barra se compone de pocos iconos.  Modificación: Encerrar en cuadros con apariencia de botón los iconos de la barra de herramientas para reforzar más su presencia como un conjunto.	✓	✓	✓				Figura 9.9
2	El nombre del actor "Organización/Proyecto" confunde al usuario, y duda acerca de si se trata de un actor o no.  Modificación: Cambiar de nombre al actor "Organización/Proyecto" por "Organización".	✓	✓					
3	El usuario encuentra similitud en la apariencia de los botones "mostrar el diagrama inmediato superior" e "ir a la parte inicial de este diagrama" de la barra de herramientas, confundiendo al usarlos. Es probable que esta confusión también se deba a que estos dos botones son consecutivos.  Modificación: Agrupar los botones de la barra de herramientas de la siguiente forma: primer grupo: "mostrar la página anterior", "mostrar la página siguiente", "mostrar el diagrama inmediato superior" y anidamiento del diagrama actual; segundo grupo: "ir a la parte inicial de este diagrama" y "mostrar el esquema del diagrama"; y tercer grupo: "ir al índice" y "ayuda sobre este sitio WEB". Además, cambiar la leyenda del tooltip "ir a la parte inicial de este diagrama" por "desplazarse al inicio del diagrama".	✓	✓	✓				Figura 9.9
4	El usuario asume que es posible modificar la configuración de cualquier parte del sitio WEB al oprimir el botón "Configuración". Realmente se trata sólo de la configuración del árbol del sitio.  Modificación: Cambiar nombre del botón "Configuración" por "Configuración del árbol del sitio".	✓	✓	✓		✓		Figura 9.10
5	Al abrir la ventana de configuración, el usuario tarda en descubrir que sólo contiene opciones relacionadas con la apariencia del árbol del sitio. Además, o bien no percibe los efectos de algunas opciones, o tiene dificultades en interpretar su función.  Modificaciones: + Colocar un título en la página de la ventana de configuración del árbol del sitio. + La única opción de configuración será "Mostrar el texto de cada rama en un renglón", colocando al final una liga hacia el apartado de la página de ayuda correspondiente. + La configuración por omisión del árbol será: - Sus ramas se colapsan sólo si el usuario oprime el icono "+" correspondiente. - El texto de cada nodo aparece en varios renglones, de tal forma que no se oculte bajo el margen derecho del frame en donde se encuentra el árbol del sitio.	✓	✓	✓				Figura 9.11
6	El tooltip del botón "ocultar los iconos" de la barra de herramientas ha resultado ambiguo en cuanto a qué iconos oculta.  Modificación: Cambiar tooltip "ocultar iconos" por "ocultar la barra de herramientas", asimismo cambiar tooltip "mostrar iconos" por "mostrar la barra de herramientas".	✓			✓	✓		
7	Algunos usuarios no percibieron como tal el icono principal del sitio que lleva a la página inicial.  Modificación: Resaltar el icono del sitio que conduce a la página inicial.	✓						Figura 9.12
8	Cuando se le pide al usuario que enuncie los cinco niveles de madurez del CMM, tarda en localizarlos una vez que se encuentra en la página correcta.  Modificación: Trasladar la figura con los niveles de madurez del CMM al inicio de la página "Los cinco niveles de madurez del CMM". Asimismo, agregarle un pie de figura.		✓					Figura 9.13

Fig. 9.8 Modificaciones al sitio WEB debidas a la prueba de usabilidad con usuarios.

#	Modificación...	... que surgió de la sesión con el usuario:					... propuesta por el observador	Figura que muestra la modificación
		1	2	3	4	5		
9	Los usuarios no notaron el halo rosa que rodea a las subactividades. Sólo al pasar el puntero del ratón sobre estos elementos se percibió que eran hiperligas. Modificación: Cambiar el halo rosa que rodea a las subactividades por uno azul que sugiera la liga hacia otra página.		✓					Figura 9.15
10	Algunos usuarios no percibieron las hiperligas textuales dentro de los diagramas de actividades, así como los símbolos de información adicional ⓘ asociados con las actividades y productos. Modificación: Resaltar el color de las ligas textuales y cambiar el color de los símbolos ⓘ por azul.		✓	✓				Figura 9.15
11	Los usuarios que no conocen los diagramas de actividades pueden comprender mejor la definición de cada elemento que compone un diagrama, en función de los demás elementos del mismo, si éstos se distinguen de alguna manera. Modificación: En la página de ayuda "Diagramas de actividades", resaltar el nombre de los elementos de un diagrama de actividades (actor, carril, actividad, etc.), dentro de las ayudas contextuales asociadas a éstos.			✓				Figura 9.16
12	El usuario se confunde al hacer clic en el botón "ir a la parte inicial de este diagrama" de la barra de herramientas, si la página actual muestra ya el inicio del diagrama, pues no percibe ninguna acción. Modificación: Mostrar este botón como desactivado cuando el explorador de Internet muestre la parte inicial del diagrama.			✓				Figura 9.14
13	El usuario hace clic indistintamente tanto en el texto como en el icono de los nodos del árbol del sitio, pues herramientas similares como el explorador de Windows son compatibles con este comportamiento. Modificación: Incluir el icono a la liga textual de cada nodo del árbol del sitio.				✓			Figura 9.17
14	Se logra un mayor control sobre la porción visible de un diagrama si se pueden mover las ayudas contextuales. Modificación: Habilitar las ayudas contextuales para que puedan arrastrarse por la ventana en la que se muestran.			☑				Figura 9.18
15	Un usuario tuvo dificultades para distinguir el texto de los nodos del árbol del sitio, debido al contraste respecto al fondo de esta zona. Modificación: Aumentar el contraste entre el texto de las ligas del árbol y el fondo.					☑		
16	Se aprecia que el tamaño relativo de los iconos de la barra de herramientas no es similar. Modificación: Cambiar la apariencia de los iconos de la barra de herramientas para que sus tamaños relativos sean equivalentes, logrando con esto que aporten el mismo peso perceptual.						☑	Figura 9.9
17	Se percibió que el árbol del sitio se emplea como una herramienta de navegación exclusivamente. Modificación: Quitar los nodos que no son hiperligas del árbol del sitio.						☑	Figura 9.19
18	Algunas tareas requerían que el usuario averiguara un vocabulario con el que no estaba familiarizado, y que no estaba relacionado con el tema del sitio WEB. Modificación: En la página principal de ayuda, colocar una figura con las zonas del sitio WEB sobre las que se ofrece ayuda. Así, no se obliga al usuario a saber como se llama cada zona del sitio WEB.						☑	Figura 9.20

Fig. 9.8 (cont.) Modificaciones al sitio WEB debidas a la prueba de usabilidad con usuarios.

#	Modificación...	... que surgió de la sesión con el usuario:					... propuesta por el observador	Figura que muestra la modificación
		1	2	3	4	5		
19	Obedeciendo al criterio ergonómico de consistencia, se propone la siguiente... Modificación: Que el cursor cambie a "?" en todas las ligas relacionadas con una ayuda contextual.						<input checked="" type="checkbox"/>	
20	Se suelen colocar, en la página de inicio, ligas a las principales páginas de un sitio WEB. Modificación: Agregar ligas a los niveles de madurez del CMM en la página de bienvenida.						<input checked="" type="checkbox"/>	Figura 9.21
21	Obedeciendo al criterio ergonómico de consistencia, se propone la siguiente... Modificación: Las ayudas contextuales serán cafés fuera de los diagramas de actividades. Dentro de éstos, serán verdes.						<input checked="" type="checkbox"/>	
22	El diagrama de actividades de la página de ayuda no posee elementos del tipo "decisión" Modificación: Agregar una decisión al diagrama de actividades de la página de ayuda.						<input checked="" type="checkbox"/>	

Fig. 9.8 (cont.) Modificaciones al sitio WEB debidas a la prueba de usabilidad con usuarios.



Fig. 9.9 Modificaciones 1, 3 y 16: Apariencia a) antes y b) después de las modificaciones. Modificación 1: Se encierran en botones los íconos de la barra de herramientas para reforzar su presencia como un conjunto (CE "Agrupación/Distinción por formato", ver inciso 7.2.3). Modificación 3: Se agrupan los botones de la barra por su función, es decir, navegación, desplazamiento e índice/ayuda. Ver también las figuras 7.7 y 7.34. Modificación 16: Se cambian los tamaños de algunos iconos para igualar su peso perceptual. Ver también la figura 7.37.



Fig. 9.10 Modificación 4: Apariencia a) antes y b) después de las modificaciones. Se hace explícita la leyenda del botón de configuración del árbol del sitio. Ya que el objetivo es aclarar la función del botón, esta modificación se relaciona con el CE "Incitación" (ver inciso 7.2.1).

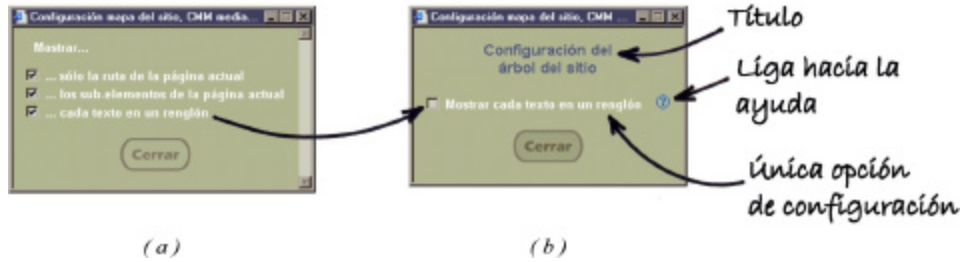


Fig. 9.11 *Modificación 5: Apariencia a) antes y b) después de las modificaciones. Se agrega un título a la ventana de configuración del árbol del sitio. La única opción de configuración que persiste es “Mostrar cada texto en un renglón”, y se agrega una liga hacia la parte de la ayuda que explica esta opción. La colocación de la liga que conduce hacia la ayuda atiende al CE “Incitación” (ver inciso 7.2.1).*

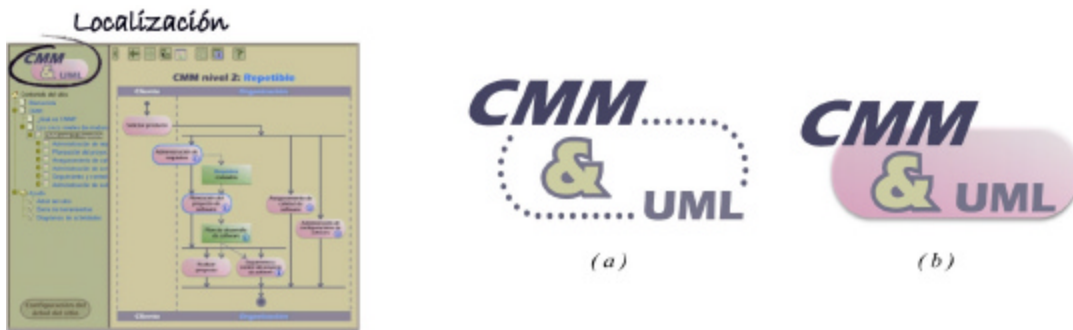


Fig. 9.12 *Modificación 7: Apariencia a) antes y b) después de las modificaciones. A fin de que sea más fácilmente perceptible, se resalta el icono que conduce a la página principal del sitio WEB (CE “Incitación”, ver inciso 7.2.1).*

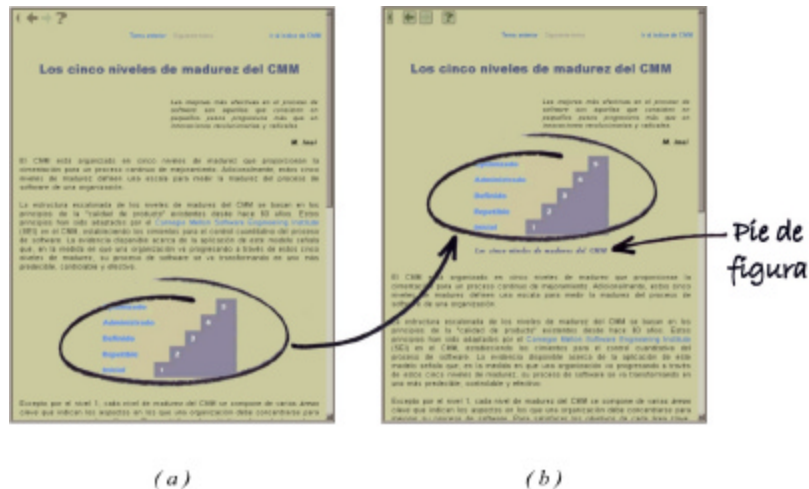


Fig. 9.13 *Modificación 8: Apariencia a) antes y b) después de las modificaciones. Con el propósito de que el usuario encuentre rápidamente los cinco niveles de madurez del CMM, se traslada la figura que los contiene al inicio de la página “Los cinco niveles de madurez del CMM”. Adicionalmente, se agrega un pie de figura. En [Pearrow 2000] se recomienda emplear un estilo de escritura en “Pirámide invertida”, es decir, colocar los conceptos más importantes en la parte superior de cada página, relegando la información menos importante al final del texto. De esta forma, el usuario obtiene rápidamente la información que necesita, pues usualmente espera que los primeros elementos de una página sean los más importantes [Shneiderman 1998].*

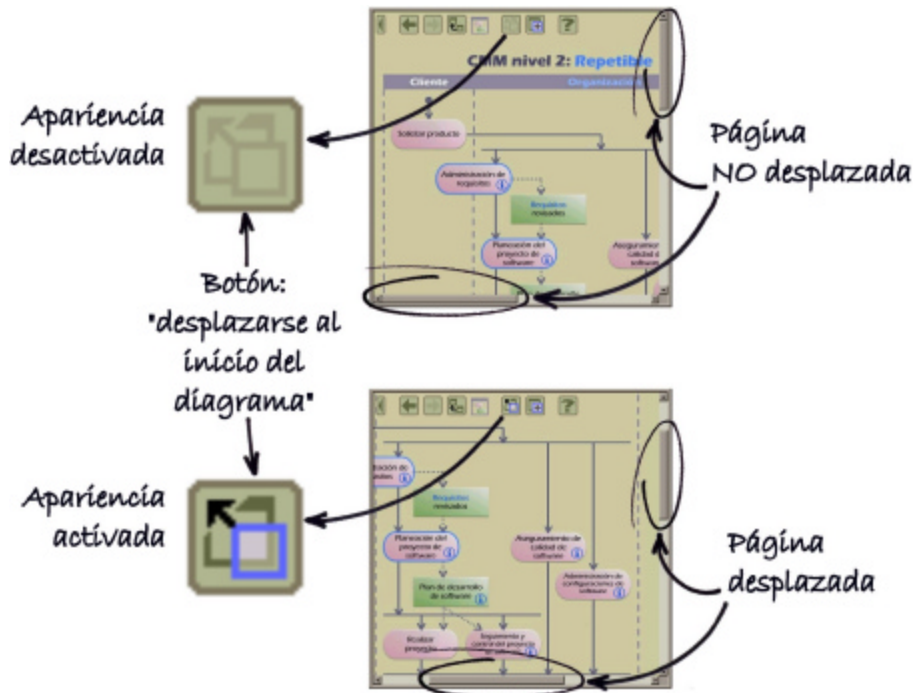


Fig. 9.14 Modificación 12: Se muestra desactivado el botón “desplazarse al inicio del diagrama” si la página no está desplazada, ya que la función de este botón sólo tiene efecto si la página está desplazada.

La información que se proporciona al usuario, mediante la apariencia de este botón, lo guía para tomar acciones específicas (CE “Incitación”, ver inciso 7.2.1).

Asimismo, este mismo comportamiento se observa en los botones “mostrar la página anterior” y “mostrar la página siguiente” de la barra de herramientas (CE “Incitación”, ver inciso 7.2.1). Finalmente, se observa que tanto la apariencia de los iconos de estos dos botones como su funcionalidad es similar a la de los botones “atrás” y “adelante” que se muestran en los principales exploradores de Internet (CE “Compatibilidad”, ver inciso 7.2.18).



Fig. 9.15 Modificaciones 9 y 10: Apariencia a) antes y b) después de las modificaciones. Se resaltan las hiperligas en los diagramas de actividades, uniformizando el color de todas éstas. Como resultado de esta modificación, el usuario anticipará correctamente que podrá hacer clic en estos elementos: ligas textuales, iconos de información ⓘ y subactividades (CE “Incitación”, ver inciso 7.2.1). Además, ahora todas las hiperligas del sitio tienen el mismo color y apariencia, independientemente del contexto en el cual aparezcan, de tal forma que el usuario las identifica como tales, es decir, como hiperligas (CE “Agrupación/distinción por formato”, ver inciso 7.2.3). Puede observarse que el color de las hiperligas coincide con el estándar de los exploradores más comunes (CE “Compatibilidad”, ver inciso 7.2.18).

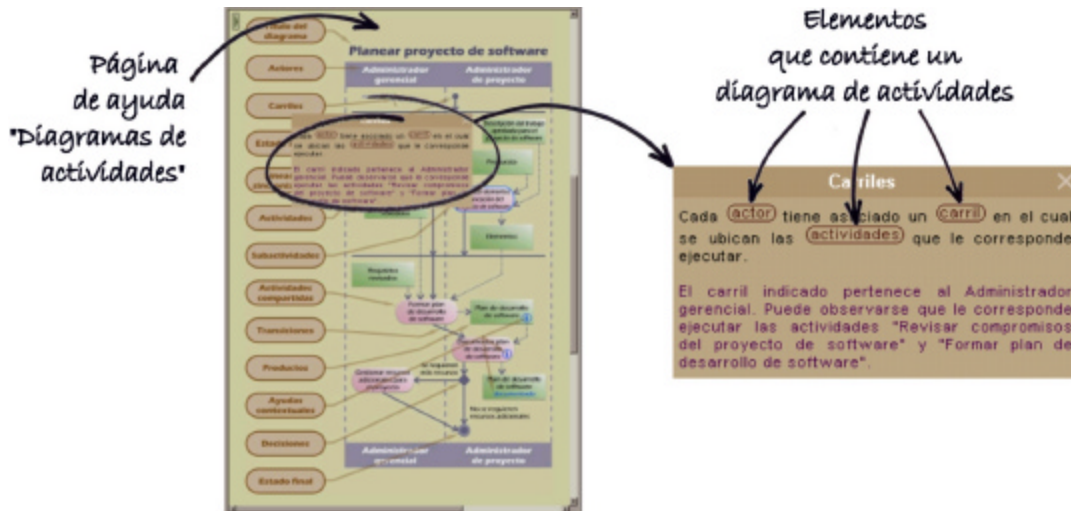


Fig. 9.16 Modificación 11: Se resaltan los nombre de los elementos de un diagrama de actividades dentro de las ayudas contextuales asociadas a éstos. Localización: página de ayuda "Diagramas de actividades".



Fig. 9.17 Modificación 13: En el árbol del sitio, se incluye el icono de cada uno de los nodos dentro de la hiperliga textual. El explorador de Windows tiene este mismo comportamiento (CE "Compatibilidad", ver inciso 7.2.18).



Fig. 9.18 Modificación 14: Se habilitan las ayudas contextuales para ser arrastradas por el usuario. Con esta nueva característica, el usuario tiene el control suficiente sobre la posición de las ayudas contextuales, de tal forma que le permita ver la porción que desea del resto de la página (CE "Control del usuario", ver inciso 7.2.10).



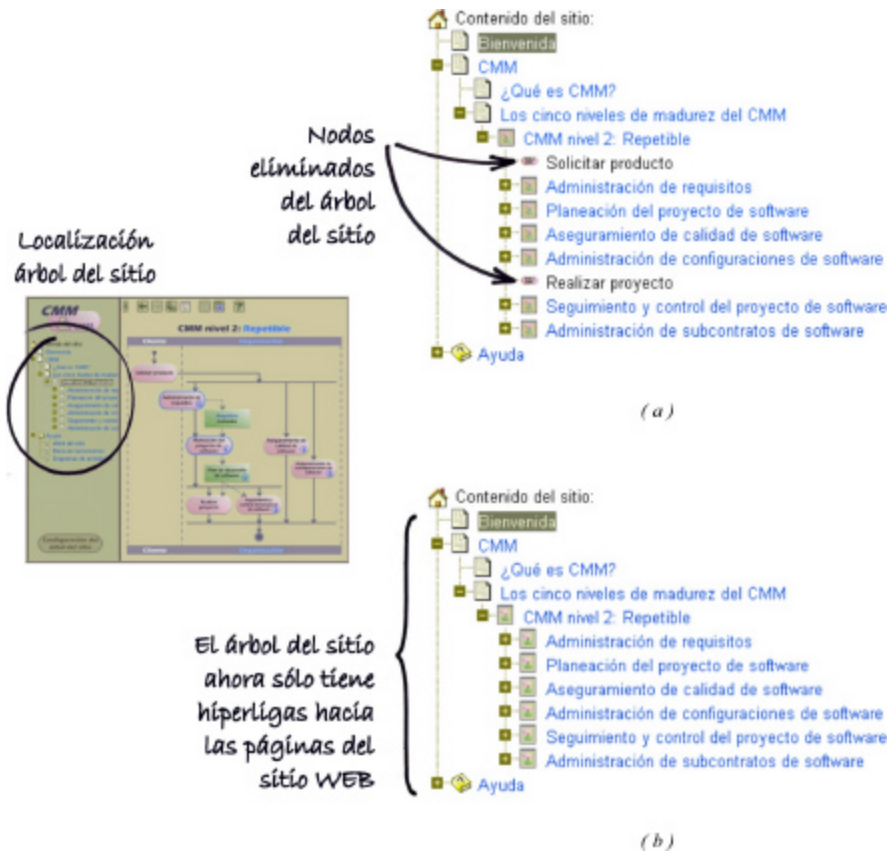


Fig. 9.19 Modificación 17: Apariencia a) antes y b) después de las modificaciones. Se quitan los nodos que no son hiperligas del árbol del sitio. Ya que el árbol del sitio se concibe como una herramienta para la navegación por las páginas del sitio WEB, cualquier información no relacionada con esta tarea se elimina (CE “Densidad de la información”, ver inciso 7.2.8).

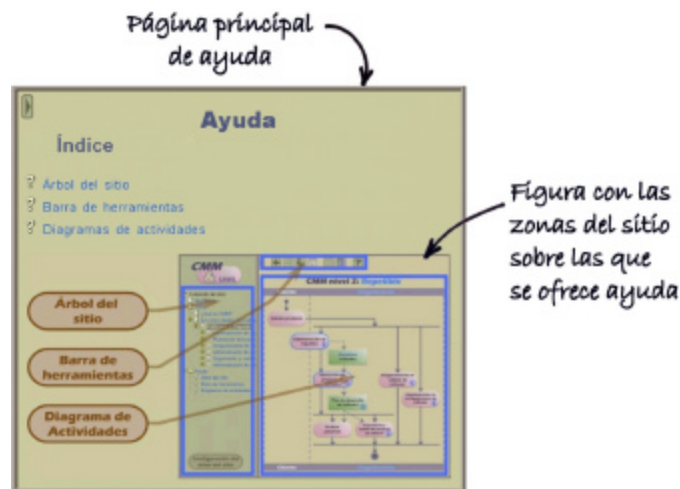


Fig. 9.20 Modificación 18: Se coloca una figura con las zonas del sitio sobre las que se ofrece ayuda. Así, el usuario no requiere saber el nombre que se le ha dado a cada una de estas zonas (CE “Compatibilidad”, ver inciso 7.2.18).

Notar que se deja el índice textual con las mismas hiperligas para que aquellos usuarios que ya sepan hacia dónde dirigirse no tengan que esperar hasta que se cargue la figura mencionada (CE “Retroalimentación inmediata”, ver inciso 7.2.4).



*Fig. 9.21 Modificación 20: Se agregan, en la página de bienvenida, ligas hacia las principales páginas del sitio WEB. Esto permite que el usuario navegue hacia estas páginas sin tener que explorar el árbol del sitio (CE "Acciones mínimas", ver inciso 7.2.7). En [Shneiderman 1998] se recomienda que la página inicial incluya una vista general que resuma el contenido del sitio WEB, incluyendo ligas hacia las principales páginas, empleando un criterio jerárquico para ordenarlas.*

#### 9.4 Comentarios finales

Una vez implementados los requerimientos derivados de esta prueba, se concluye el sitio, agregando las áreas clave faltantes del nivel 2 del CMM. El sitio WEB definitivo puede consultarse en la ruta <unidadCD>:\SitioWEB\Definitivo del CD que acompaña a este trabajo.



# CAPÍTULO 10

## CONCLUSIONES

### 10.1 Discusión final

El sitio WEB de este trabajo pretende facilitar y agilizar la asimilación del cuerpo de conocimientos contenidos en el documento del CMM a las organizaciones profesionales e instituciones académicas que lo empleen. Esto implica, entre otras cosas, obtención de ventajas competitivas, ahorros de costo y tiempo en la implantación de estándares para los procesos de desarrollo de software, así como reducción de la necesidad de consultorías externas.

Este sitio WEB contiene la información necesaria para lograr la comprensión de cada aspecto contenido en el documento del CMM [CMM 1995]. Así, el criterio que rigió en el diseño del sitio fue la brevedad y suficiencia de la información incluida en los diagramas. Sin embargo, el lector puede acudir al capítulo 5 de este trabajo para consultar la correspondencia que existe entre las porciones de texto del documento original del CMM y los elementos de los diagramas de actividades. En dicho capítulo pueden revisarse los criterios que se siguieron al construir los diagramas, así como verificar la validez del modelo gráfico con el que se propone representar al CMM. El orden de la sucesión de actividades, así como, en algunos casos, su asignación a un actor determinado, constituyen únicamente sugerencias de los autores de estos diagramas. Es decisión de quien interpreta los diagramas, definir la secuencia en que finalmente se ejecutarán las actividades y quién será el responsable de efectuarlas.

En el capítulo 7 se ilustran cada uno de los *criterios ergonómicos* considerados durante el diseño del sitio WEB. Aunque en este capítulo no se pretende mostrar una revisión exhaustiva en materia de recomendaciones para diseñar sistemas usables, el lector puede encontrar sugerencias útiles para guiar sus propios diseños. Las modificaciones al sitio WEB realizadas posteriormente, debidas a la prueba de usabilidad con usuarios (ver capítulo 9), se obtuvieron de la observación de la interacción usuario-sistema durante cada sesión, de sugerencias de los usuarios y de comentarios del observador de la prueba. De igual forma, el lector puede emplear este capítulo y sus referencias como guía para conducir sus propias pruebas de usabilidad.

### 10.2 Conclusiones

En este trabajo se plantearon como objetivos principales los siguientes:

- Construir un sitio WEB que represente gráfica y brevemente al CMM mediante una versión simplificada de los diagramas de actividades de UML.
- Hacer completamente independiente la instalación del sitio de cualquier servidor de Internet a fin de facilitar su portabilidad. Asimismo, implementarlo de tal forma que soporte los navegadores mas difundidos.
- Aplicar los principios de diseño usable de interfaces disponibles en la literatura para la construcción del sitio WEB.
- Verificar la efectividad del diseño del sitio mediante pruebas de usabilidad con y sin usuarios.

Así, considerando estos objetivos se concluye que:

1. **Especificación de UML.** Las modificaciones que se propusieron en este trabajo a la especificación de UML permitirán que el usuario interactúe con representaciones gráficas completas, autocontenidas, simples y legibles. En particular mediante las *ayudas contextuales* se obtuvieron diagramas que, al no incluir demasiados elementos visibles, resultan suficientemente legibles y que, al mismo tiempo, contienen toda la información necesaria para asimilar el documento original del cual provienen.

Cabe mencionar que en el momento de finalizar este trabajo, la especificación del CMM empleada ya ha sido sustituida por una nueva versión. Sin embargo, se considera que el marco de interacción que se proporciona en

el sitio WEB de este trabajo, puede reutilizarse para la representación de cualquier cuerpo de conocimientos susceptible de ser mostrado gráficamente.

2. **Usabilidad del sitio WEB.** A fin de obtener un producto usable se requiere contar con lineamientos específicos que guíen la creación de interfaces eficientes y efectivas. Con este propósito, en la literatura se consultaron estrategias de diseño a fin de aprovechar las experiencias existentes en el desarrollo de sistemas de cómputo. De las referencias consultadas, el autor de este trabajo encontró en los *criterios ergonómicos* [Bastien, Scapin 1993] un marco completo de referencia para vigilar los aspectos de usabilidad más importantes durante el diseño del sitio WEB.
3. **Prueba de usabilidad con usuarios.** En la literatura se reitera la importancia de realizar pruebas de usabilidad a fin de lograr sistemas realmente útiles para el usuario. Sin embargo, se considera igualmente importante iniciar el diseño, considerando la documentación en la que se reportan las experiencias en el desarrollo de sistemas de cómputo eficientes. En este sentido, se concluye que las pruebas por sí mismas no hacen usable a un sistema, sino que su función es evaluar la efectividad de los criterios empleados en su diseño.

En particular, acerca de la prueba de usabilidad con usuarios realizada en este trabajo, se concluye lo siguiente:

- El proceso de selección de usuarios para esta prueba de usabilidad inició con la elaboración de una convocatoria abierta para quienes desearan participar. En ésta se enumeraron las características de debían cumplir los aspirantes. El criterio de selección se basó simplemente en la disposición a colaborar de las personas que atendieron a la invitación. Con este procedimiento de selección se observó que era posible que alguna persona no correspondiera con las características requeridas. Por este motivo, en futuras ocasiones se propone pedirles en la invitación que llenen el *cuestionario de perfil de usuario* a fin de contar con más elementos durante el proceso de selección. De esta forma, se evita que sea el usuario quien decida si es un candidato elegible para la prueba, ya que además de su interés por participar, se requiere que cumpla con un perfil específico.
- Se constató la importancia de realizar un ensayo previo de toda la prueba para revisar el script en busca de fallas y omisiones. Estas fallas fueron corregidas a tiempo, logrando que la prueba se llevara a cabo sin contratiempos.
- No obstante, aunque el autor de este trabajo asumía que el diseño del sitio WEB atendía a todos los criterios ergonómicos, de cualquier forma surgieron modificaciones como resultado de la prueba. Sin embargo, se estima que fueron acertadas las decisiones de diseño iniciales, pues las modificaciones que resultaron fueron menores y fácilmente implementables.
- Si en el futuro se decidiera cambiar algún aspecto del diseño del sitio WEB, los tiempos promedio registrados en esta prueba podrán servir como base para determinar la eficiencia del nuevo diseño.

### 10.3 Trabajos futuros

Corresponderá a trabajos posteriores el complementar el sitio WEB de este trabajo con los niveles de madurez faltantes, así como actualizarlos de acuerdo a su versión más reciente. En todo caso, únicamente se requerirá agregar los diagramas de actividades correspondientes, pues ya no será necesario realizar estudios de usabilidad adicionales a los conducidos en este trabajo.

# APÉNDICE **A**

## DETALLE DEL MODELO DE DISEÑO DEL SITIO WEB

En este apéndice se presenta detalladamente el modelo del diseño del sitio WEB. Se presentan tanto los diagramas de clases como las realizaciones de los casos de uso del sistema. Este sitio WEB fue construido bajo un proceso de desarrollo iterativo apegado al *Proceso Unificado de Desarrollo de Software* (ver capítulo 6).



Fig. A.1 Modelo del diseño. Subsistemas (1/3).  
Principales subsistemas.

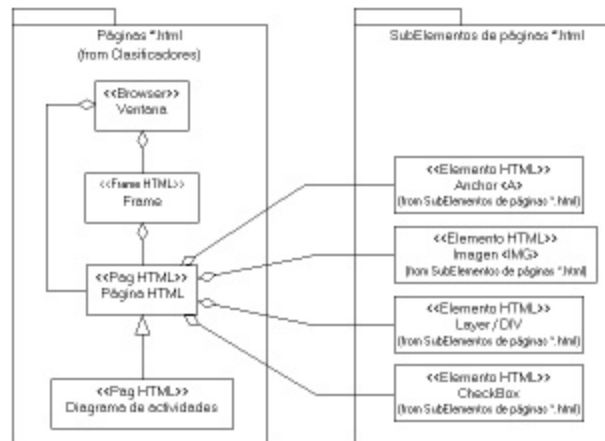


Fig. A.1 Modelo del diseño. Subsistemas (2/3).  
Subsistemas y clasificadores relacionados con las páginas HTML.

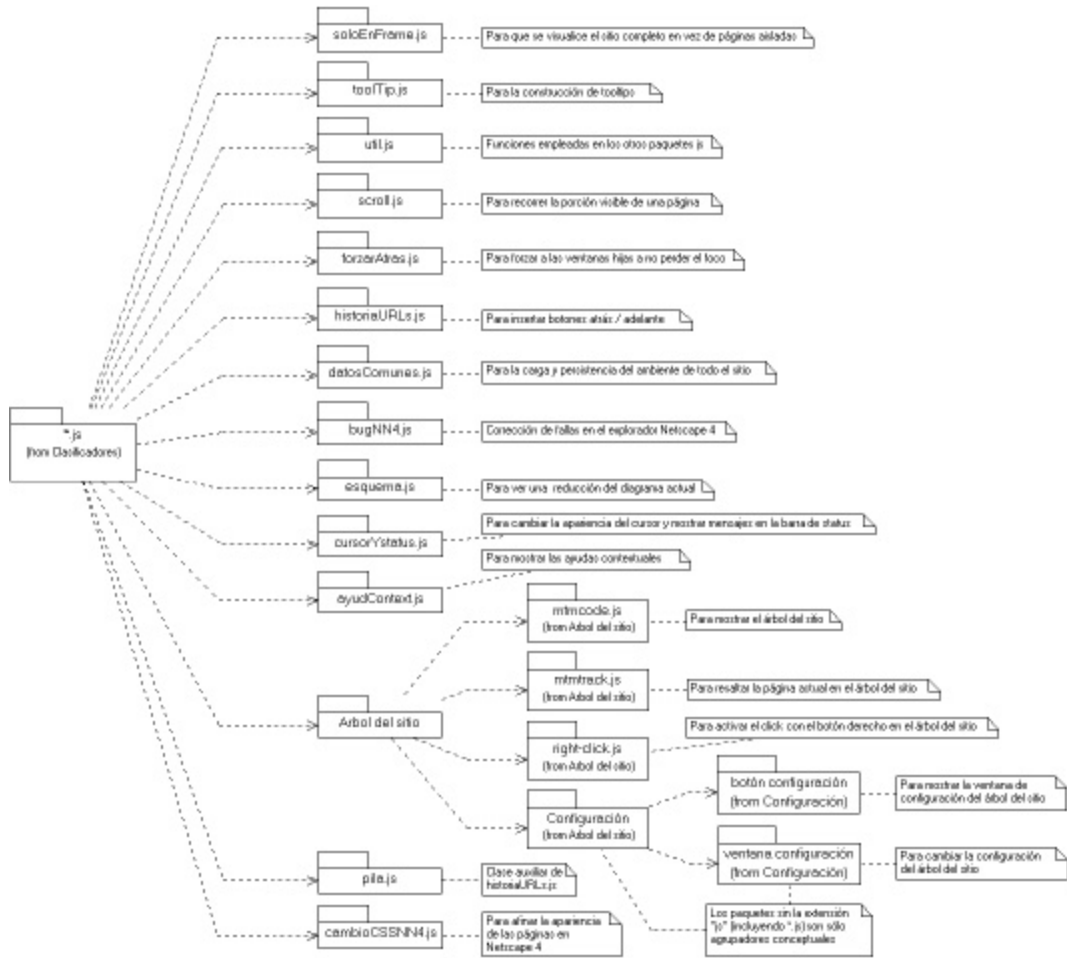


Fig. A.1 Modelo del diseño. Subsistemas (3/3). Subsistemas JavaScript. En las figuras A.2-1 a A.2-9 y A.2-23 a A.2-31 se muestran los diagramas de clases de cada uno de estos subsistemas.



Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (1/31). Subsistema "soloEnFrame.js"

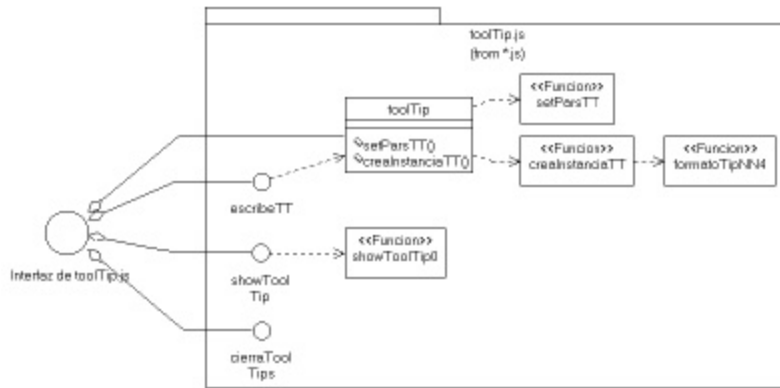


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (2/31). Subsistema “**tooltip.js**”

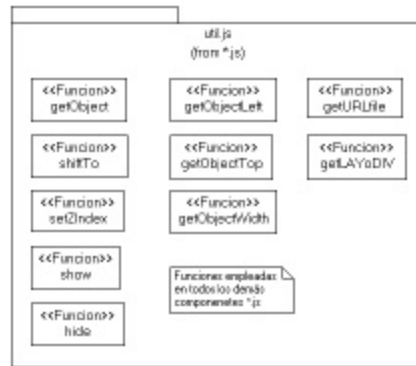


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (3/31). Subsistema “**util.js**”

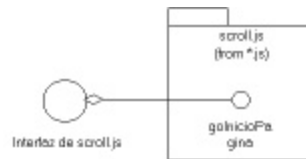


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (4/31). Subsistema “**scroll.js**”

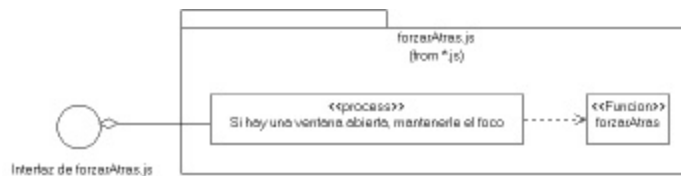


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (5/31). Subsistema “**forzarAtras.js**”



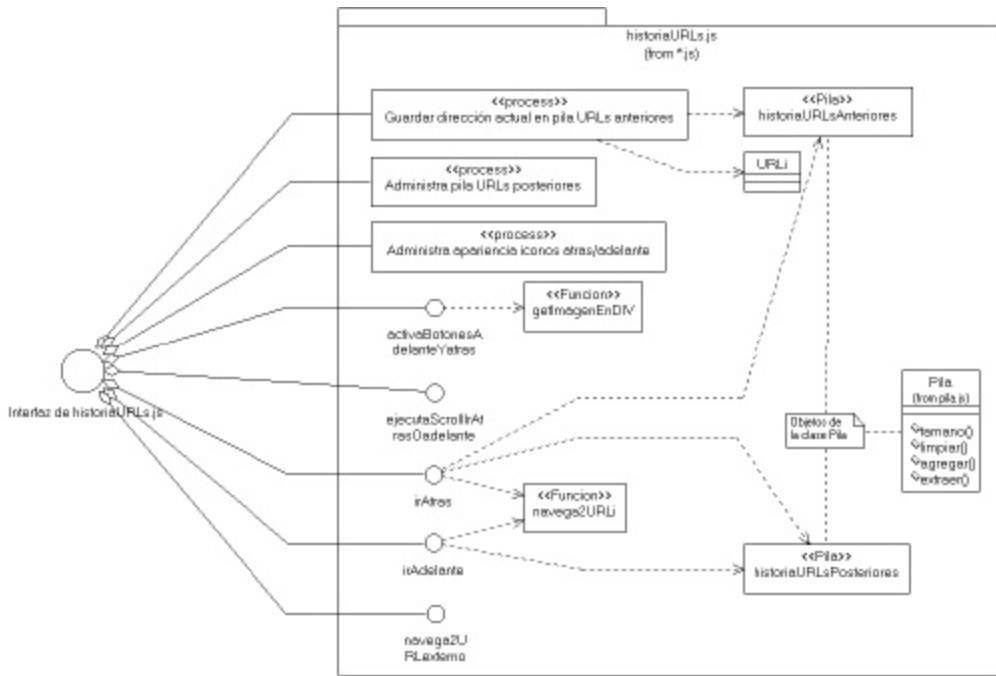


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (6/31).  
Subsistema “**historiaURLs.js**”

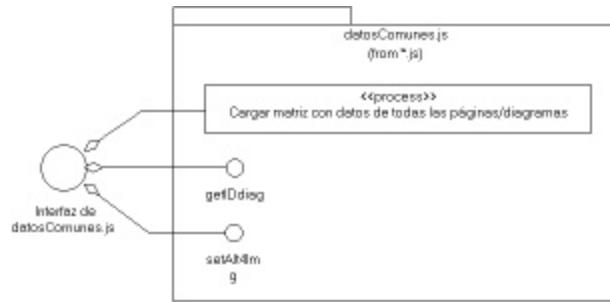


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (7/31).  
Subsistema “**datosComunes.js**”



Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (8/31).  
Subsistema “**bugNN4.js**”





Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (11/31). Subsistema “esquema.js”, función “creaTooltipsEncabezado”



Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (12/31). Subsistema “esquema.js”, función “creaTooltipsAnidamiento”



Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (13/31). Subsistema “esquema.js”, función “creaIconosAnidamiento”

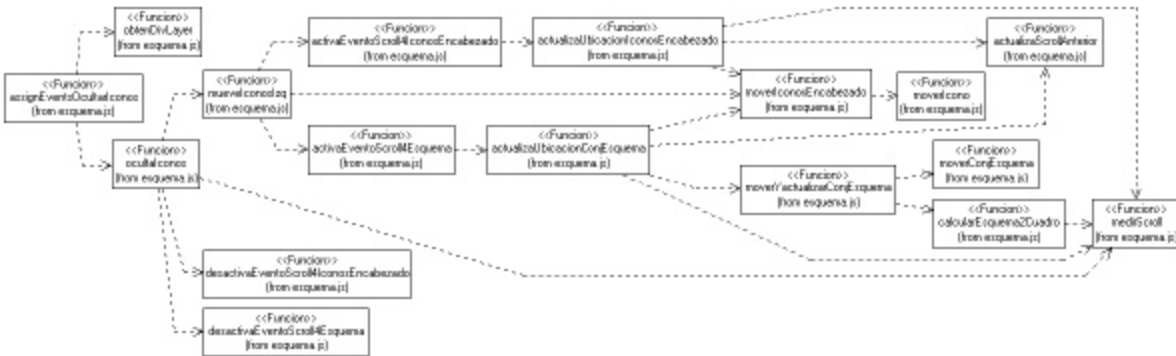


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (14/31). Subsistema “esquema.js”, función “asignaEventosOcultarIconos”



Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (15/31). Subsistema “esquema.js”, función “mueveIconosEncabezado”

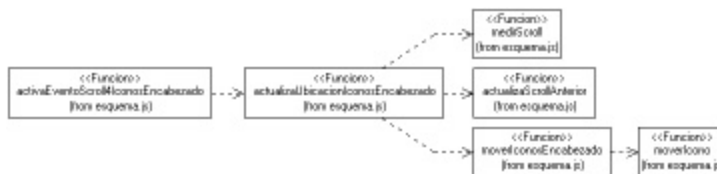


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (16/31). Subsistema “esquema.js”, función “activaEventoScrollIconosEncabezado”





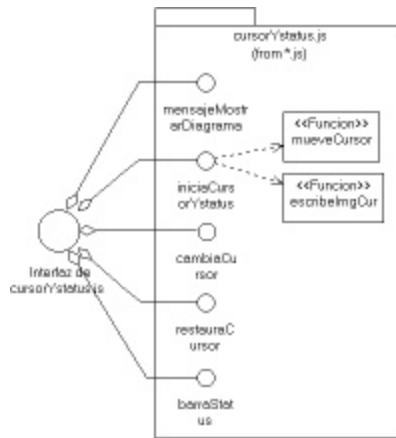


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (23/31). Subsistema “cursorYstatus.js”

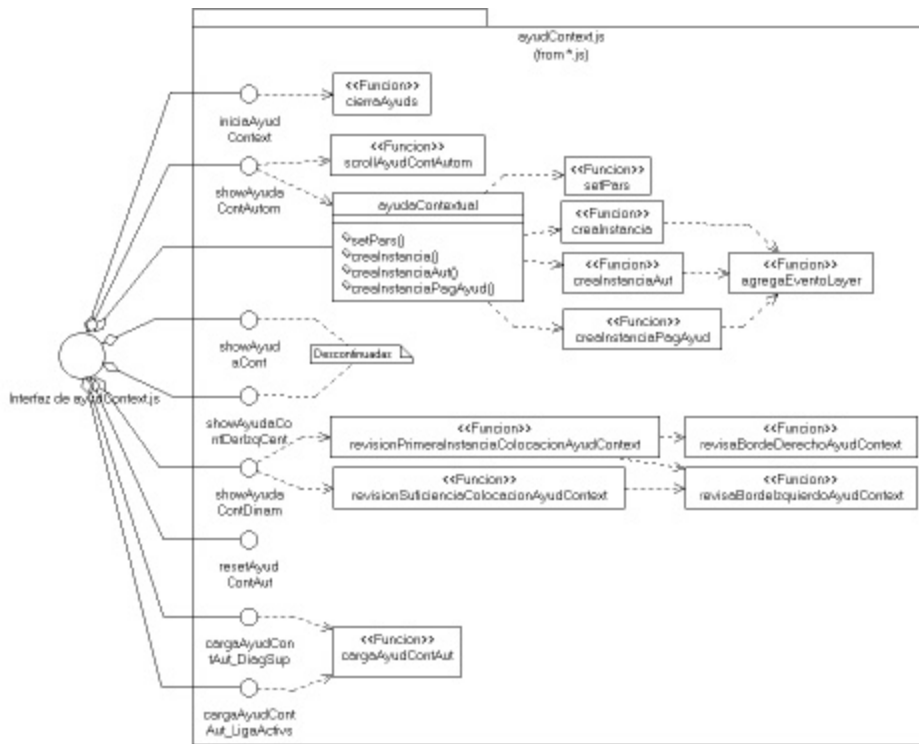


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (24/31). Subsistema “ayudContext.js”

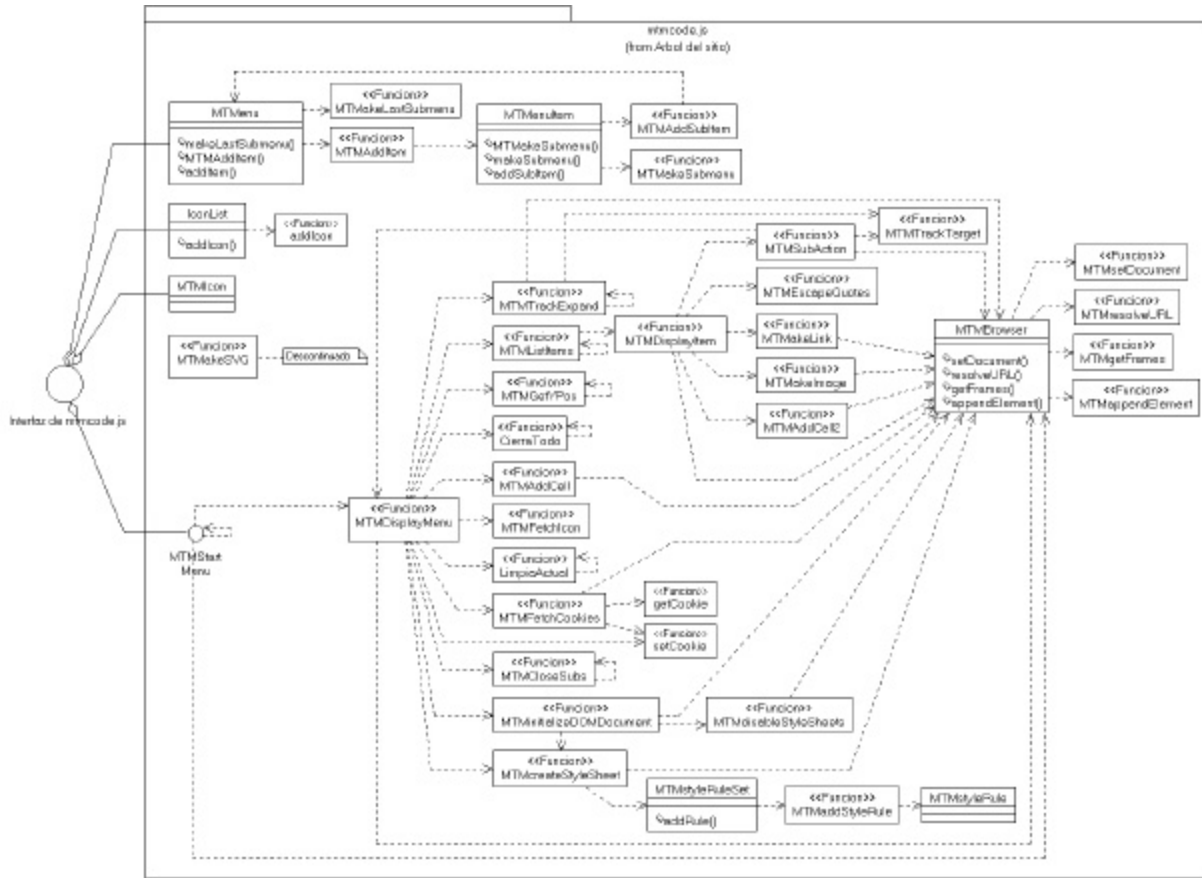


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (25/31). Subsistema "mtmcode.js"

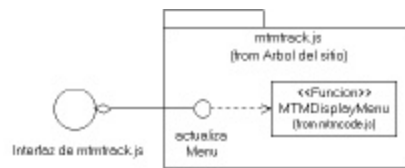


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (26/31). Subsistema "mtmtrack.js"

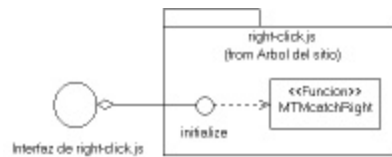


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (27/31). Subsistema "right-click.js"

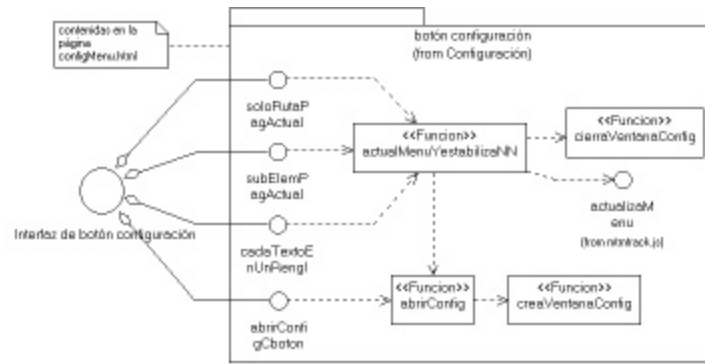


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (28/31). Subsistema “botón configuración”

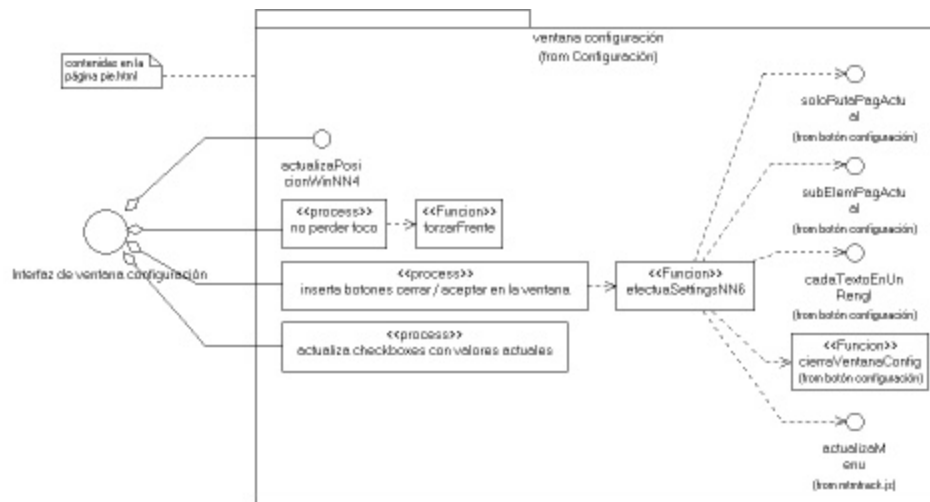


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (29/31). Subsistema “ventana configuración”

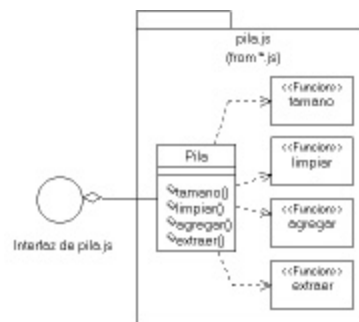


Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (30/31). Subsistema “pila.js”





Fig. A.2 Modelo del diseño. Clasificadores JavaScript (31/31). Subsistema “cambioCSSNN4.js”

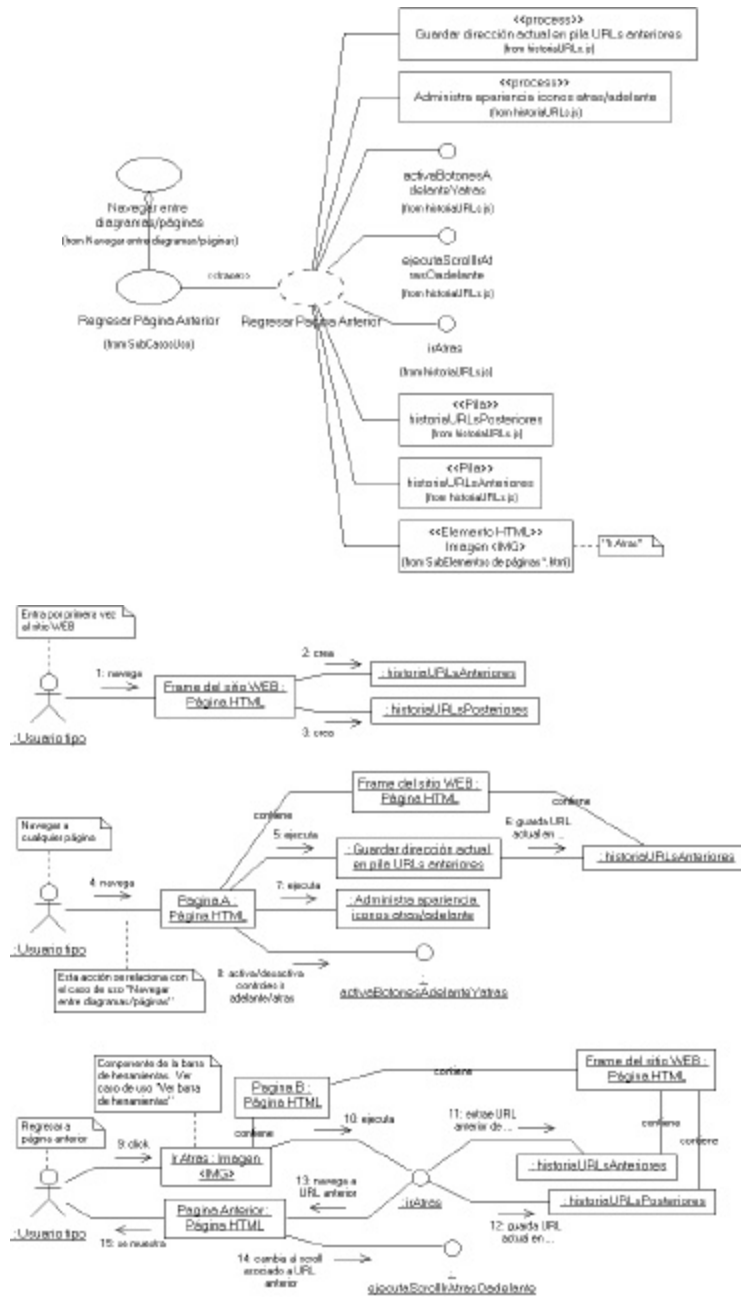


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (1/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Regresar página anterior”.





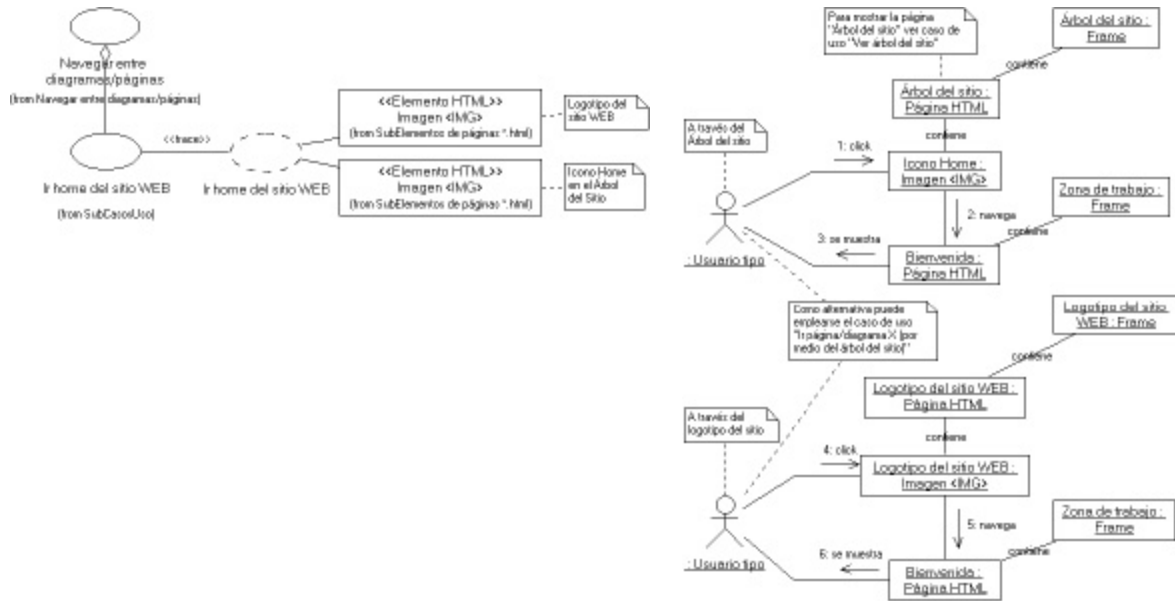


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (8/37). Clases participantes y realización del caso de uso "Ir home del sitio WEB".

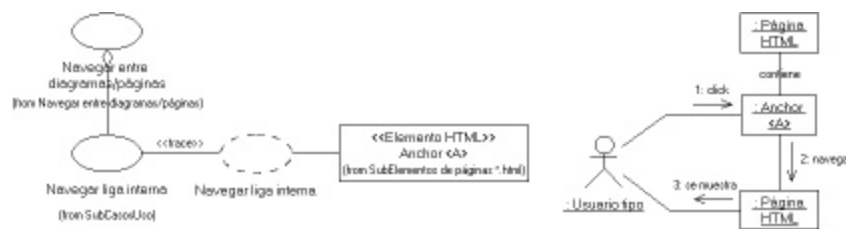


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (9/37). Clases participantes y realización del caso de uso "Navegar liga interna".

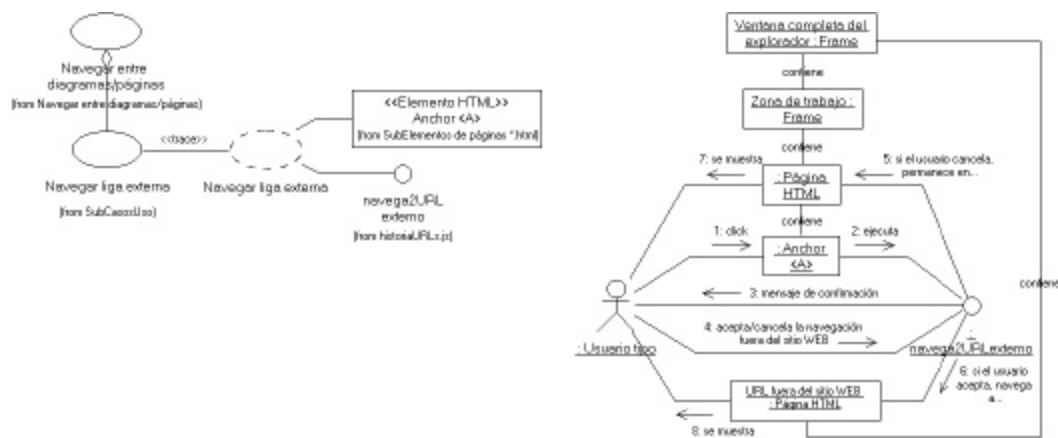


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (10/37). Clases participantes y realización del caso de uso "Navegar liga externa".

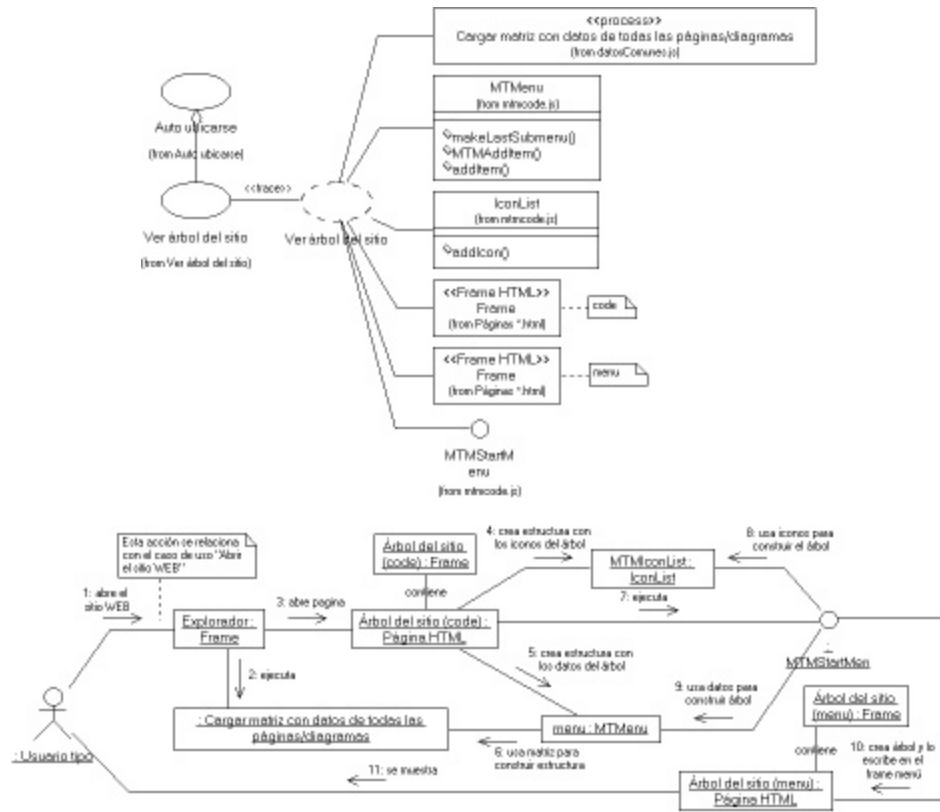


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (11/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Ver árbol del sitio”.

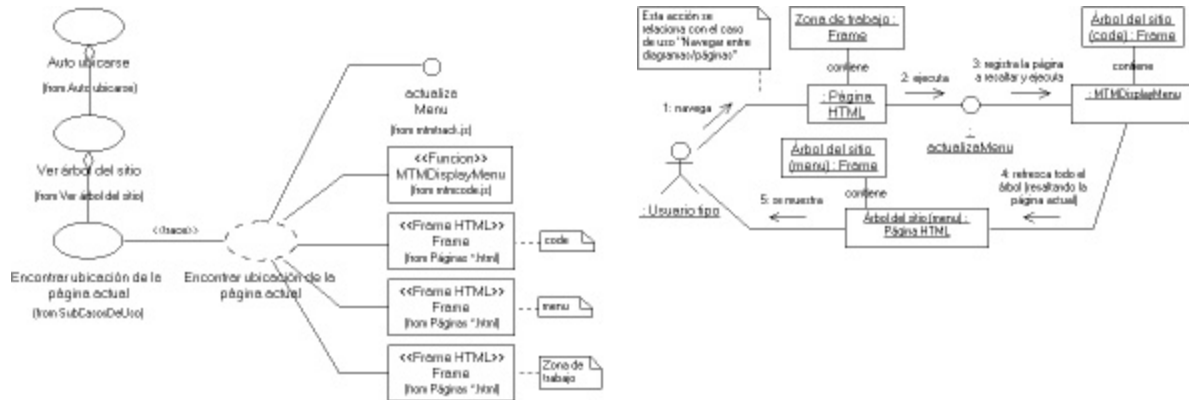


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (12/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Encontrar ubicación de la página actual”.

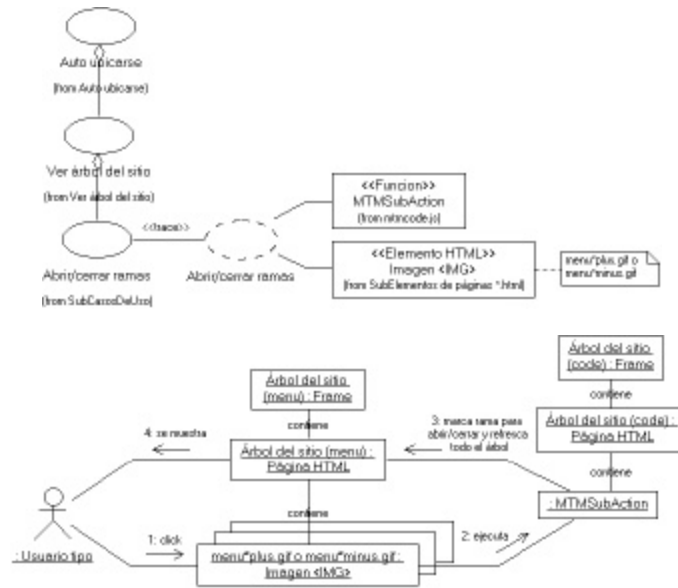


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (13/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Abrir/cerrar ramas”.

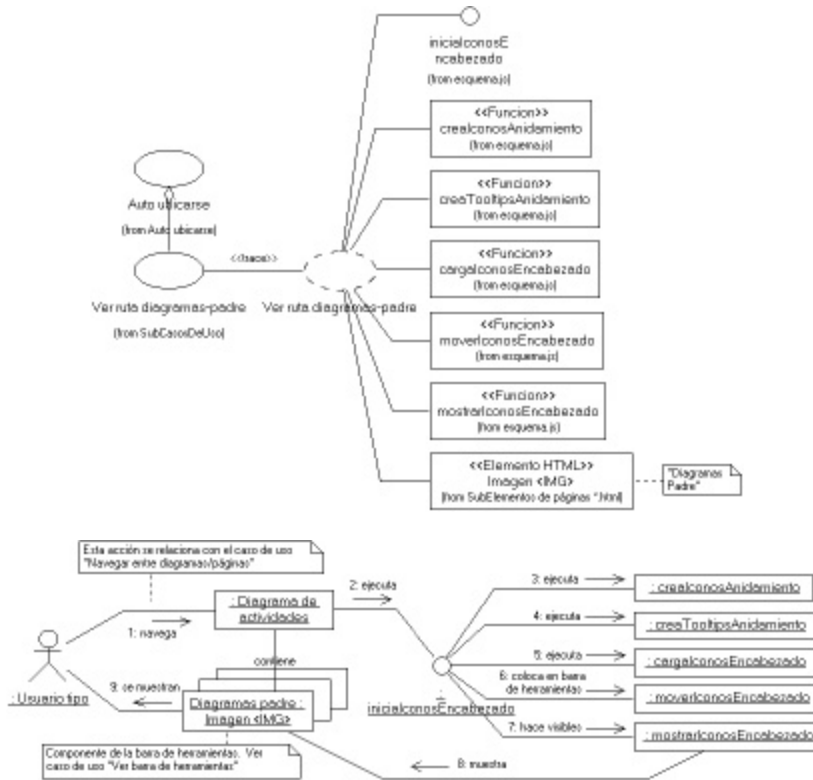


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (14/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Ver ruta diagramas-padre”.

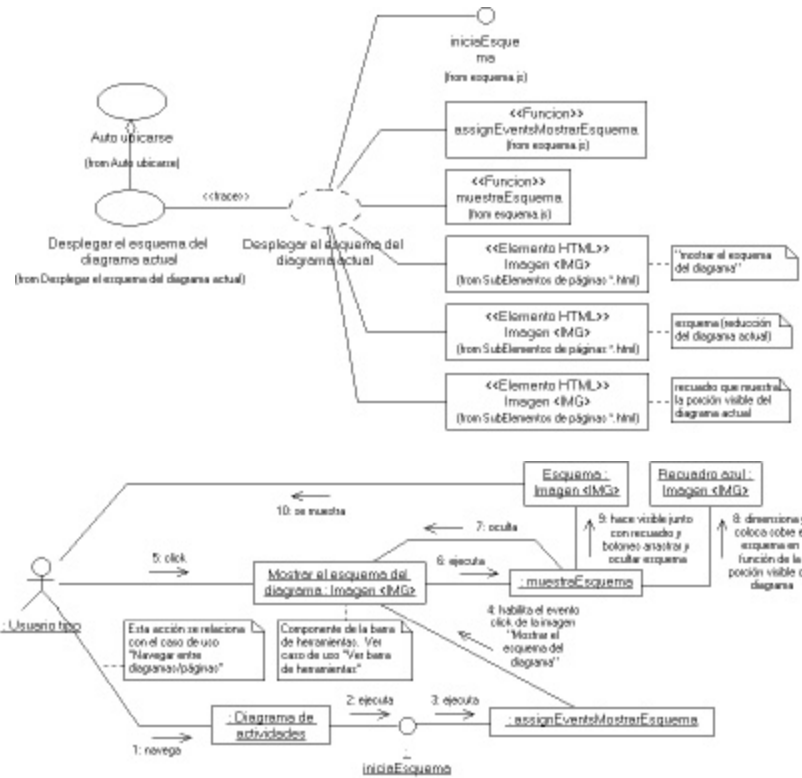


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (15/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Desplegar el esquema del diagrama actual”.

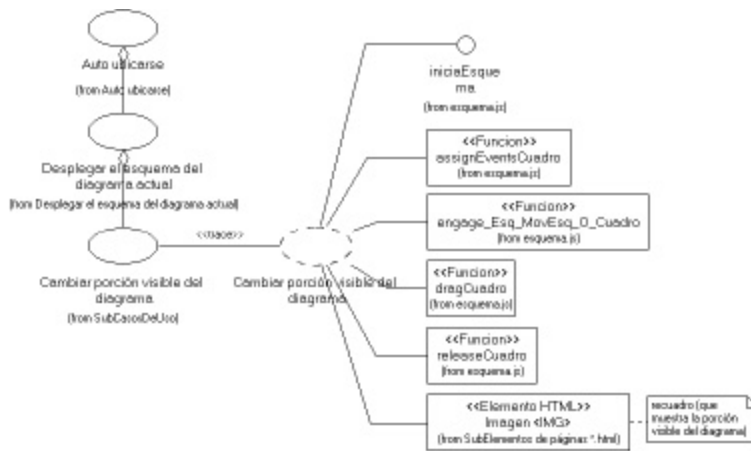


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (16a/37). Clases participantes en el caso de uso “Cambiar porción visible del diagrama”.



Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (16b/37). Realización del caso de uso “Cambiar porción visible del diagrama”.

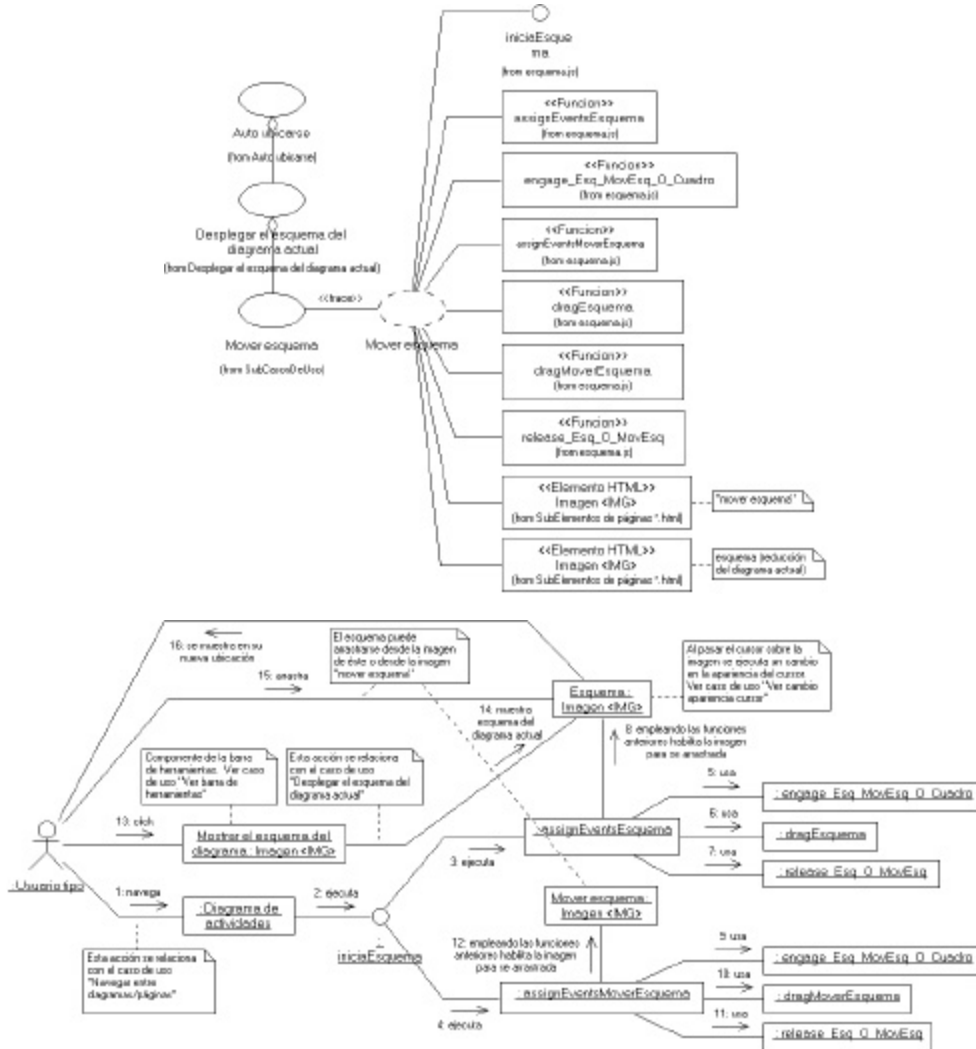


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (17/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Mover esquema”.



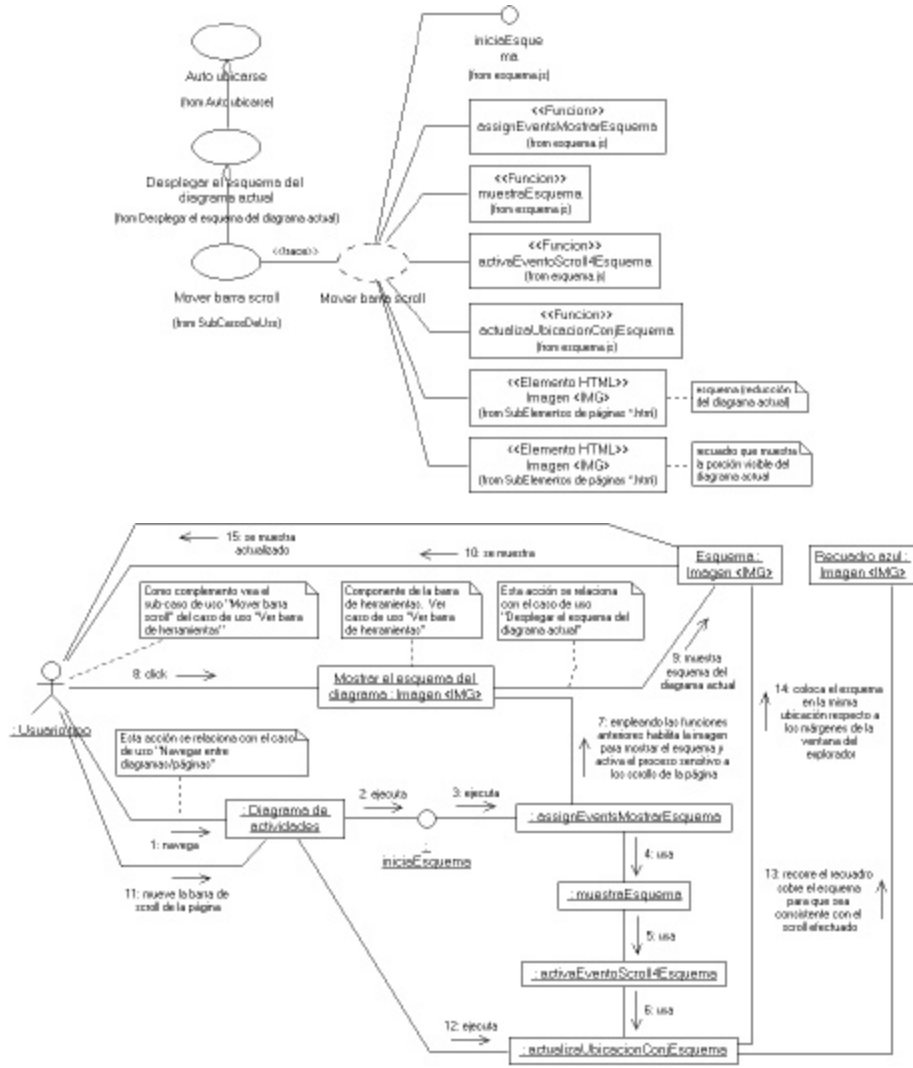


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (18/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Desplegar el esquema del diagrama actual - Mover barra scroll”.

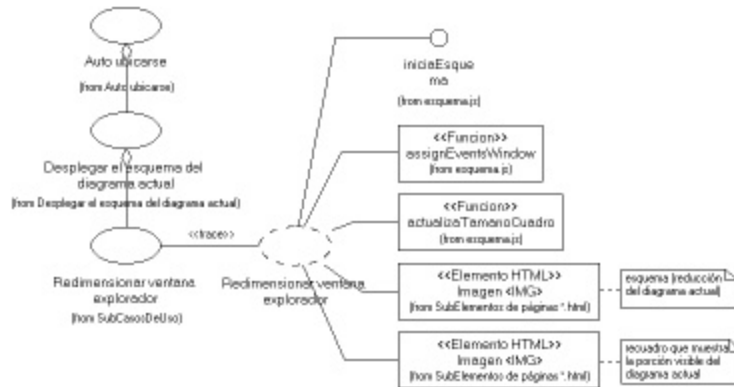


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (19a/37). Clases participantes en el caso de uso “Redimensionar ventana explorador”.



Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (19b/37). Realización del caso de uso "Redimensionar ventana explorador".

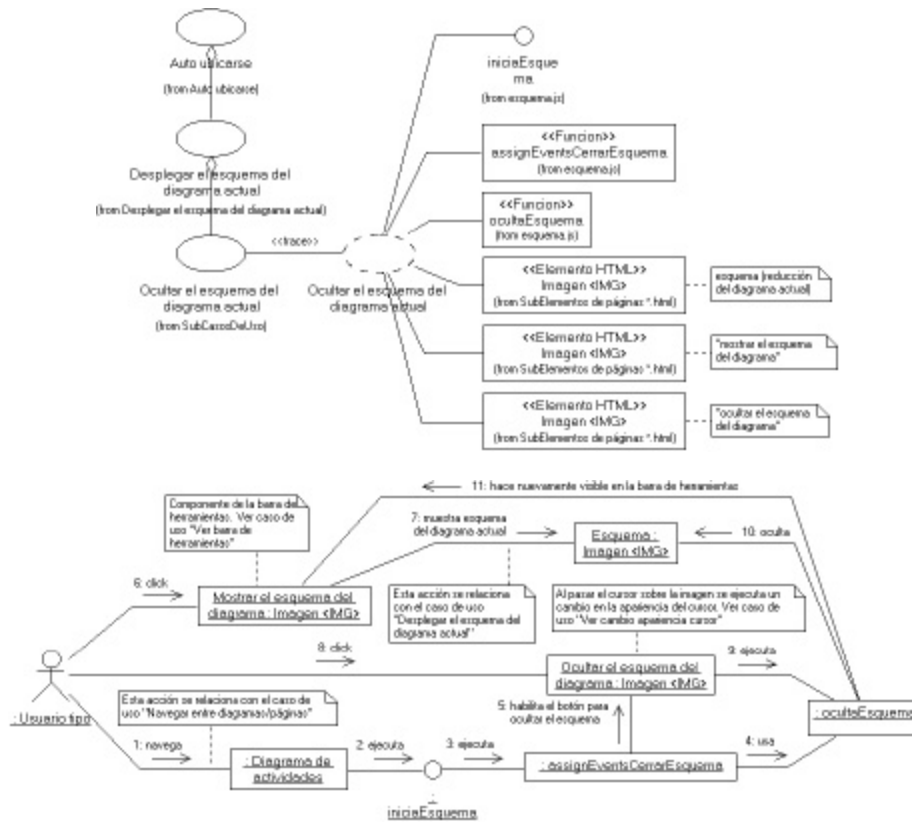


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (20/37). Clases participantes y realización del caso de uso "Ocultar el esquema del diagrama actual".

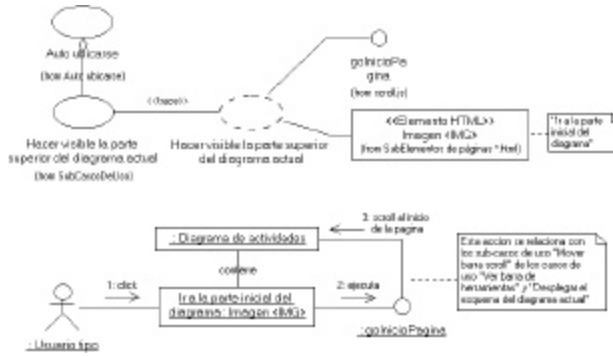


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (21/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Hacer visible la parte superior del diagrama actual”.

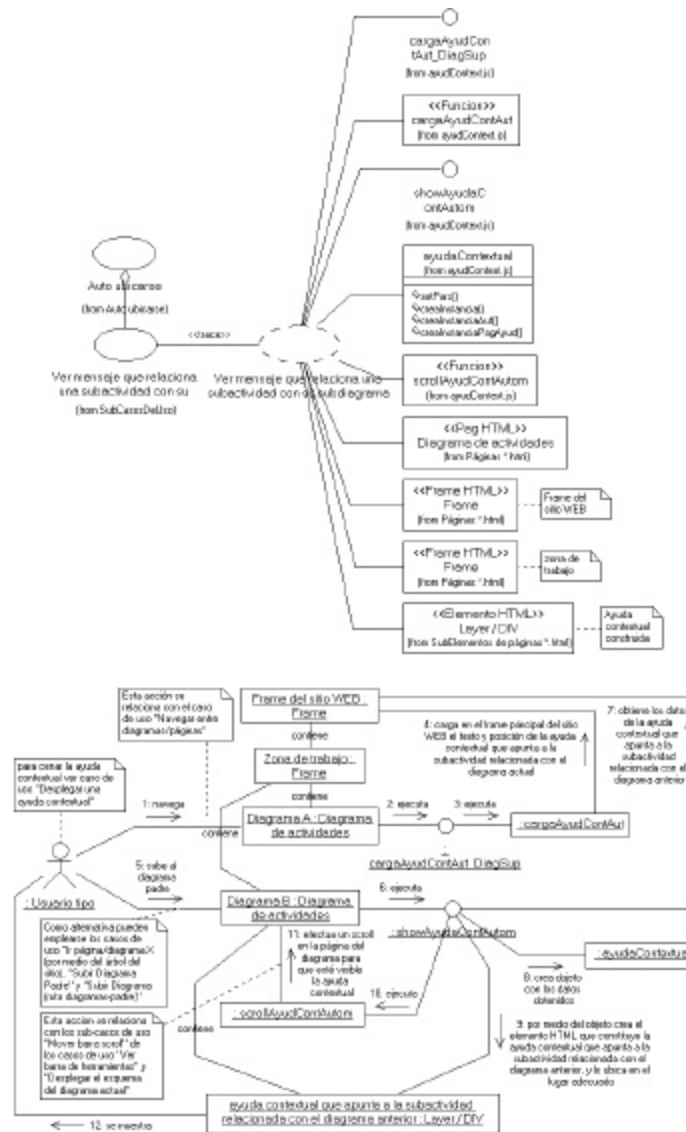


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (22/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Ver mensaje que relaciona una subactividad con su subdiagrama”.

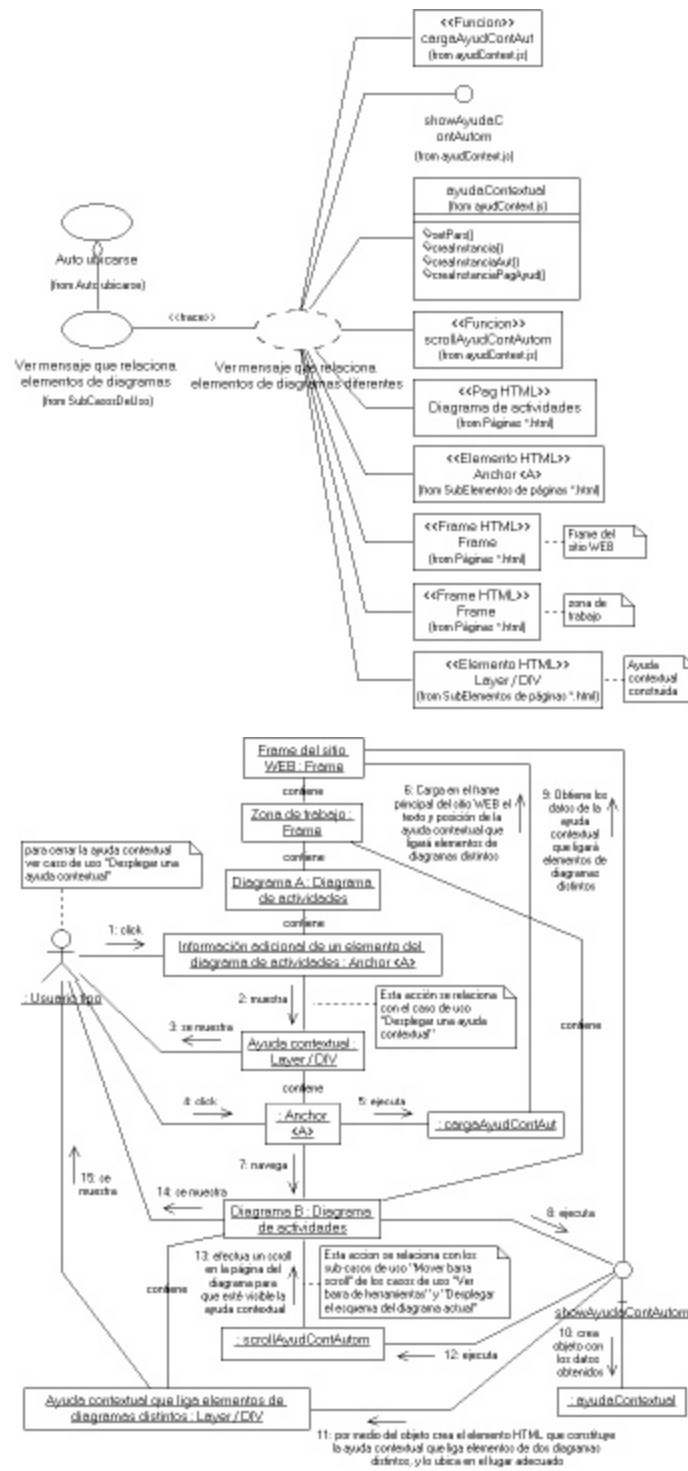


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (23/37). Clases participantes y realización del caso de uso "Ver mensaje que relaciona elementos de diagramas diferentes".











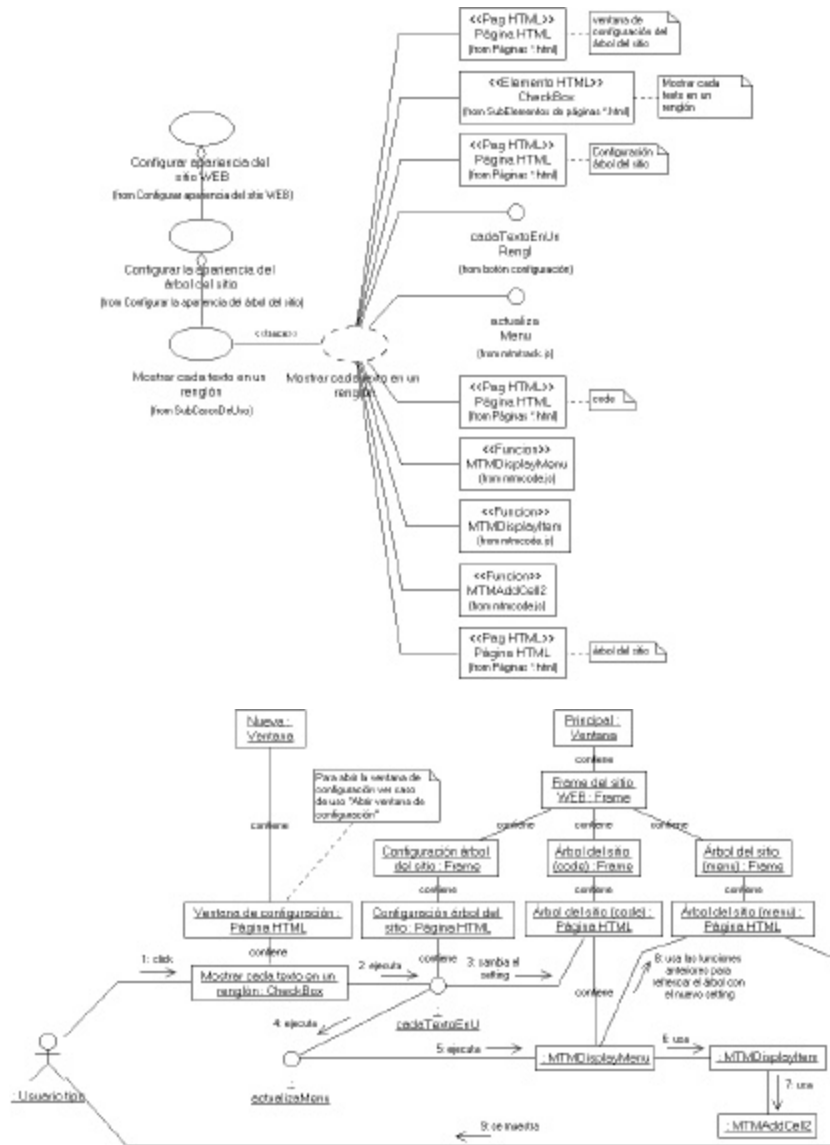


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (32/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Mostrar cada texto en un renglón”.



Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (33a/37). Clases participantes en el caso de uso “Cerrar ventana de configuración”.

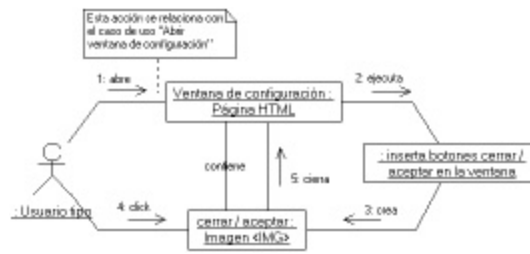


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (33b/37). Realización del caso de uso “Cerrar ventana de configuración”.

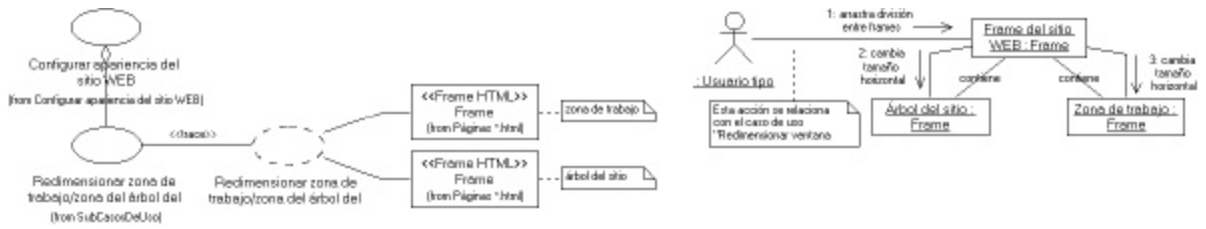


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (34/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Redimensionar zona de trabajo/zona del árbol del sitio”.

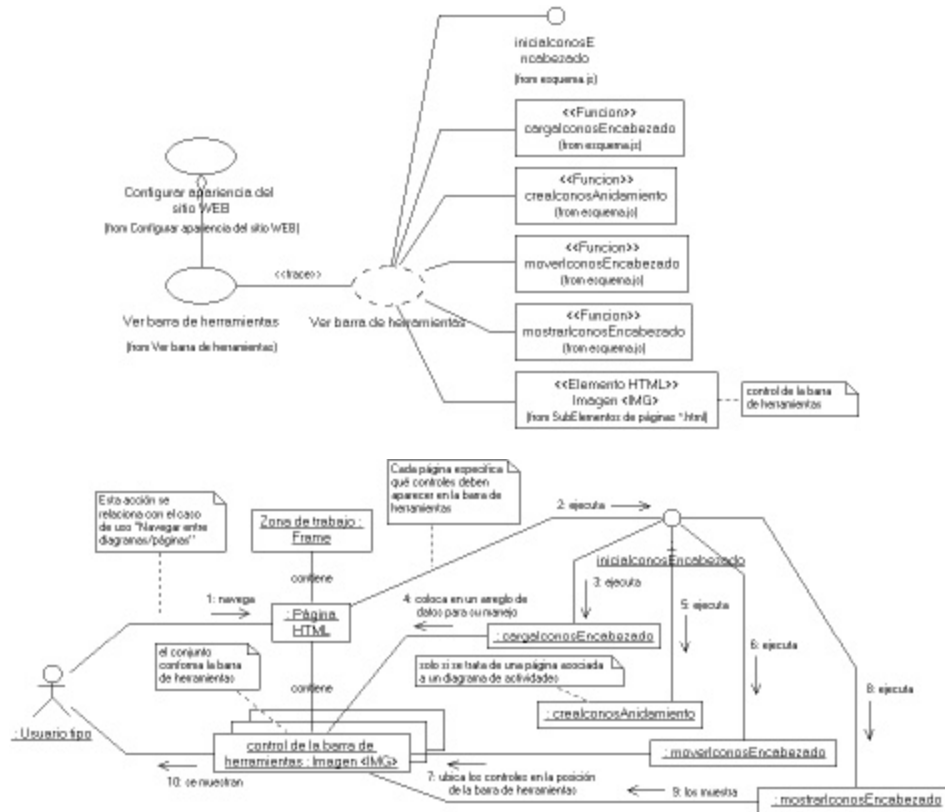


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (35/37). Clases participantes y realización del caso de uso “Ver barra de herramientas”.



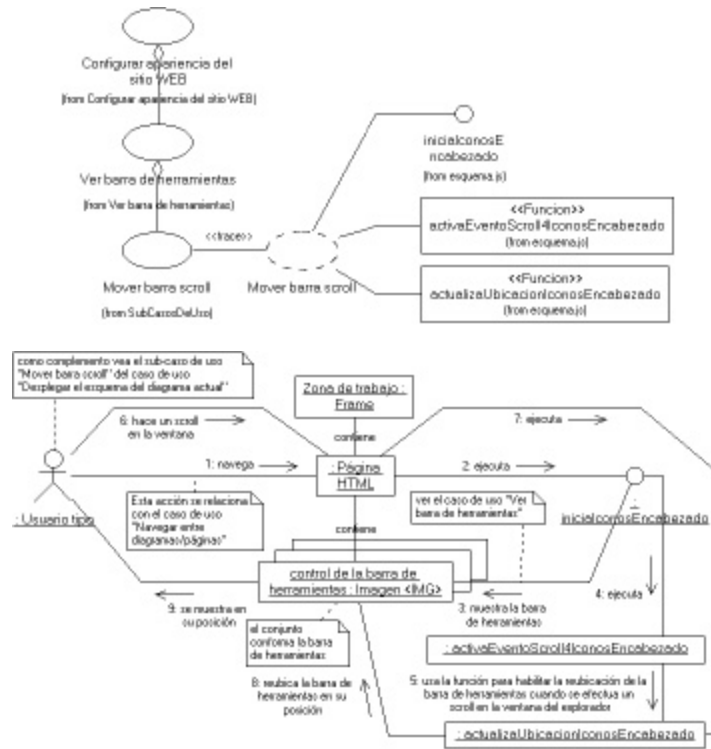


Fig. A.3 Modelo del diseño. Realizaciones de los casos de uso (37/37). Clases participantes y realización del caso de uso "Ver barra de herramientas - Mover barra scroll".



# APÉNDICE **B**

## RESULTADOS DETALLADOS DE CADA UNA DE LAS SESIONES DE LA PRUEBA DE USABILIDAD CON USUARIOS

En este apéndice se detalla el desempeño de cada uno de los usuarios que participaron en la prueba de usabilidad. Se incluye el *instrumento* de cada sesión de prueba, así como un resumen de las dificultades encontradas por cada usuario, sus comentarios y las observaciones del autor de este trabajo. Aunque no se reproducen explícitamente los *cuestionarios de usabilidad* y *de perfil de usuario* (Figs. 9.2 y 9.6), su contenido se incluye en la redacción de este apéndice. Todas las sesiones de esta prueba se llevaron a cabo en el Laboratorio de Interacción Humano Máquina y Multimedia del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (UNAM).

En las figuras 9.7 y 9.8 se muestra un resumen de los resultados de la prueba que se muestran en este apéndice, así como las modificaciones propuestas para el sitio WEB.

### B.1 Usuario 1

El usuario que participó en la primera sesión tiene una experiencia de 17 años en el uso de computadoras, de los cuales, durante los últimos 8 emplea Internet. Actualmente emplea la computadora diariamente. Ocupa el puesto de Gerente de procesos y Negocios en la empresa Sinersys. Su actividad consiste en el desarrollo de procesos de calidad, implantación y desarrollo de nuevos negocios. Este usuario reporta conocer CMM, y declara que su organización emplea los modelos ISO 9000 y 12207 para sus procesos de desarrollo de software. Se considera, por tanto, que este usuario cumple con el perfil de la población a quien está dirigido el sitio WEB de este trabajo (ver inciso 9.1.2). Esta sesión se llevó a cabo el miércoles 5 de noviembre del 2003, y tuvo una duración de 19 minutos.

En la figura B.1 se muestra el *instrumento* para este usuario. Las principales observaciones que surgieron durante esta sesión se enumeran a continuación:

1. Los iconos de la barra de herramientas no fueron percibidos inicialmente como un grupo.
2. A pesar de que el usuario no sabe exactamente qué es una subactividad, puede usarla para navegar y puede interpretar correctamente su significado, es decir, la entiende como una actividad que involucra, a su vez, un diagrama de actividades.
3. Durante la tarea 19, el usuario detecta la liga en el producto, asimismo, anticipa correctamente su funcionamiento (obtención de información adicional) a partir de la modificación de la apariencia del cursor. Además, interpreta correctamente la ayuda contextual como información adicional acerca del producto con el cual está asociada.
4. Tanto la forma del icono como el mensaje del tooltip asociados al botón "Ir a la parte inicial de este diagrama" no le sugieren con claridad al usuario cuál es su función. Sólo usándolo entiende para qué sirve.
5. Aunque los elementos como inicio, fin y línea de sincronización no son explícitamente mencionados por el usuario, sí interpreta correctamente los diagramas de actividades.
6. No hay evidencia que sugiera colocar el subrayado a las hiperligas de texto, puesto que tanto las del árbol del sitio como las de los diagramas de actividades fueron detectadas.
7. No se percibe el icono que lleva a la página inicial del sitio.
8. Las opciones de configuración del árbol del sitio no aluden claramente a su función. Y aquellas que no provocan cambios inmediatos dejan la duda en el usuario acerca de cuál es su función.
9. Los botones mostrar/ocultar iconos de la barra de herramientas no se detectaron.

10. Se identificaron sin dificultad tres formas de subir al diagrama que contiene el diagrama actual.
11. Se detecta, en la división entre el árbol del sitio y la página actual, la manera de cambiar el tamaño de estas dos zonas.

A través del *cuestionario de usabilidad*, este usuario otorgó 95% como calificación a la calidad de la interfaz en términos de usabilidad. Asimismo, externó los siguientes comentarios acerca del sitio WEB:

1. La navegación es muy adecuada.
2. Confiesa que está acostumbrado a navegar en este tipo de diagramas, por lo que se le facilitó realizar las tareas que se le asignaron durante la sesión de prueba.
3. Las opciones de configuración del árbol del sitio necesitan una mejor descripción.
4. Resalta la utilidad de la ayuda del sitio WEB para interpretar correctamente los diagramas de actividades.
5. Está fuertemente de acuerdo en que la ayuda del sitio es útil y suficiente.

### Instrumento (Usuario 1)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipotesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					Éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
objetivo del sitio	ruta: Bienvenida	interpretación	1	1.1	100%	0' 31.82"	1	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% CMM 50% Diagramas de actividades <b>Notas:</b> La acción equivocada se debió a que inicialmente no leyó la información del sitio.
definición del CMM	ruta: CMM / ¿Qué es CMM?	interpretación	2	1.1	---	---	---	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% Siglas 50% Identificar prácticas clave, mejorar madurez proceso de software <b>Notas:</b> El usuario tenía un conocimiento previo, sin embargo, no leyó la información que proporciona el sitio.
niveles de madurez del CMM	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	interpretación	3	1.1	100%	0' 33.48"	0	
área del árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	interpretación	4	3.1	100%	0' 3.89"	0	<b>Notas:</b> El usuario no tuvo que consultar la ayuda para saber qué zona se llamaba así.
botones +/-	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	interpretación	5	3.1	100%	0' 1.80"	0	
página resaltada en árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	interpretación	6	3.1	100%	0' 6.71"	0	
barra de herramientas	ruta: Ayuda / Barra de herramientas	interpretación	7	3.1	100%	---	---	<b>Notas:</b> Durante esta tarea no se identifica correctamente, sin embargo, se identificó correctamente durante la tarea 15 Y sin necesidad de consultar la ayuda de este sitio.
definición de "diagrama de actividades"	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	8	3.2	50%	0' 11.98"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 100% Representación de actividades en un proceso a lo largo del tiempo <b>Notas:</b> Solo señaló uno, y éste no era el diagrama de la página de ayuda.
actividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	9	3.2	100%	0' 2.23"	0	<b>Notas:</b> Realmente señaló una subactividad.
subactividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	10	3.2	0%	---	---	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% Señalar elemento 50% Características de una subactividad <b>Notas:</b> No consultó la página de ayuda para ver qué es una subactividad, y solo asumió, erróneamente, lo que era. Sin embargo detectó el elemento.
actividad compartida	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	11	3.2	---	---	---	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% Señalar elemento 50% Características de una actividad compartida <b>Notas:</b> Ya que en la tarea 10 no se consultó la página de ayuda, se omite la ejecución de esta tarea. Sin embargo en tareas posteriores el usuario detecta exitosamente estos elementos.
producto	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	12	3.2	---	---	---	<b>Notas:</b> Ya que en la tarea 10 no se consultó la página de ayuda, se omite la ejecución de esta tarea. Sin embargo en tareas posteriores el usuario detecta exitosamente estos elementos.
carril	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	13	3.2	---	---	---	<b>Notas:</b> Ya que en la tarea 10 no se consultó la página de ayuda, se omite la ejecución de esta tarea. Sin embargo en tareas posteriores el usuario detecta exitosamente estos elementos.
niveles de madurez implementados	área del árbol o ruta: Bienvenida o ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	interpretación	14	1.1	100%	0' 1.52"	0	<b>Medio empleado:</b> <input type="checkbox"/> ruta: Bienvenida (ayuda contextual de "diagramas de actividades") <input type="checkbox"/> ruta: Bienvenida (Nota) <input checked="" type="checkbox"/> área del árbol <input type="checkbox"/> ruta: CMM <input type="checkbox"/> ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM

Fig. B.1 Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 1.

Instrumento (Usuario 1)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
roles o actores	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	15	2.1, 5.1	50%	1' 33.45"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% navegación a página "CMM nivel 2: Repetible" 50% número de caríles <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas <input type="checkbox"/> Ligas en ayuda contextual de "diagramas de actividades"; ruta: Bienvenida <input type="checkbox"/> Ligas en ruta: CMM <input type="checkbox"/> Ligas en ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM <b>Notas:</b> El usuario no identifica como rol a "Organización/Proyecto".
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	16	2.1	100%	0' 2.55"	0	
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación	17	2.1, 3.2	50%	0' 3.29"	0	<b>Notas:</b> Solo se menciona que es una actividad compartida, y no una subactividad también. Recordar que este usuario no sabe con certeza que es una subactividad, pues no consulto la ayuda del sitio.
producto: "Requisitos revisados"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	18	2.1, 3.2	100%	0' 2.03"	0	
ayuda contextual: "Requisitos"	producto: "Requisitos revisados"	interpretación	19	2.1	100%	0' 2.03"	0	<b>Notas:</b> El usuario detecta la liga en el producto, asimismo, anticipa correctamente su funcionamiento (obtención de información adicional) a partir de la modificación de la apariencia del cursor. Además, interpreta correctamente la ayuda contextual como información adicional acerca del producto con el cual está asociada.
actividades diagrama "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	interpretación, navegación, detección	20	2.1, 5.1	100%	0' 40.70"	1	Se admiten como respuestas válidas la enumeración de las actividades del diagrama "Administración de requisitos" o del diagrama "Actividades específicas de la administración de requisitos" <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Actividades que conducen a diagramas completos <input type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas
área del árbol	browser	detección	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área del árbol	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área de trabajo	browser	detección	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área de trabajo	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
barra de herramientas	área de trabajo	detección	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
barra de herramientas	área de trabajo	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			
área del icono del sitio WEB	browser	detección	21	4.1	0%			
área del icono del sitio WEB	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	---			
lista de actividades en árbol	área del árbol	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
lista de actividades en árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
botón "Configuración"	área del árbol	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
botón "Configuración"	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ventana de configuración del árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	0%			<b>Notas:</b> No se sabe si la configuración es del árbol o de alguna otra porción del sitio.
opción "Mostrar sólo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar sólo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	0%			<b>Notas:</b> No se percibe ningún cambio apreciable al cambiar esta opción, y no se sabe a partir de la redacción de esta opción, cuál es su función.
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			

Fig. B.1 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 1.



## Instrumento (Usuario 1)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Solo hasta usar esta opción, y ver los cambios que ocurren, se interpreta correctamente cuál es su función.
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Solo hasta usar esta opción, y ver los cambios que ocurren, se interpreta correctamente cuál es su función.
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	---			
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1	0%			
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	---			
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Inicialmente no sabía que hacía, pero al usarla, inmediatamente percibe correctamente cuál es su función.
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Inicialmente no sabía que hacía, pero al usarla, inmediatamente percibe correctamente cuál es su función. Además al usuario le parece muy conveniente.
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1	100%			
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1	100%			
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
título del diagrama de actividades	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
roles presentes en el diagrama	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
inicio de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
producto	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ayuda contextual (?)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			
ayuda contextual (hiperliga azul)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
línea de sincronización	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			

Fig. B.1 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 1.

**Instrumento (Usuario 1)**

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
transición	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
fin de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
diag. CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	autoubicación	23	5.2	100%	0' 3.51" 0' 4.37"	0 0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% diagrama actual 50% diagrama padre del actual <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1 área del árbol <input type="checkbox"/> Icono de anidamiento de diagramas (tooltips)
diag. CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	navegación	24, 25, 26	5.1	100% 100% 100%	0' 3.10" 0' 2.99" 0' 6.32"	0 0 0	Marcar 100% por cada una de las acciones correctas <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1o. Ligas en árbol que conducen a diagramas <input type="checkbox"/> Control "Regresar a la ventana anterior" <input checked="" type="checkbox"/> 2o. Control "Subir al diagrama inmediato superior" <input checked="" type="checkbox"/> 3o. Icono de anidamiento de diagramas

**Glosario de términos**

**Elemento:** Porción del sitio WEB con la que el usuario interactúa durante la tarea cuyo número se indica en el mismo renglón.

**Ubicación:** Ubicación específica del elemento dentro del sitio WEB.

**Tipo de interacción:** Interacción que establece el usuario con el elemento. Los tipos de interacción pueden ser los siguientes:

**interpretación:** El usuario entiende el significado del elemento en el contexto de la tarea que está ejecutando.

**navegación:** El usuario se conduce exitosamente hacia otra(s) página(s) dentro del sitio con el propósito de efectuar la tarea que se le encomendó.

**detección:** El usuario percibe el elemento sin necesidad de que el monitor se lo señale.

**anticipación de funcionalidad:** El usuario anticipa correctamente la funcionalidad del elemento.

**autoubicación:** El usuario sabe en qué lugar se encuentra dentro de la jerarquía de diagramas de actividades del sitio WEB.

**No. Tarea:** Número de tarea dentro del script de la prueba en la que tiene lugar la interacción del usuario con el elemento.

**Hipótesis:** Hipótesis que se intenta validar mediante la interacción que se establece entre el usuario y el elemento.

**Criterios de evaluación:**

**¿éxito?:** Se especifica si la interacción que se estableció entre el usuario y el elemento es exactamente la esperada. En este caso los valores que admite esta casilla son 100% y 0%. Si el éxito de la interacción entre el usuario y el elemento depende de cubrir varios aspectos, cada uno debe tener una ponderación. En este caso la casilla comentarios contiene el porcentaje que se asigna a cada aspecto.

**Tiempo total:** Tiempo invertido en completar la interacción con el elemento por parte del usuario.

**Acciones equivocadas:** Indica el número de acciones equivocadas que realizó el usuario antes de completar exitosamente su interacción con el elemento.

*Fig. B.1 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 1.*

**B.2 Usuario 2**

El usuario que participó en la segunda sesión tiene una experiencia de 20 años en el uso de computadoras, de los cuales, durante los últimos 5 emplea Internet. Actualmente emplea la computadora diariamente. Se desempeña como profesor de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, impartiendo, entre otros, cursos de Ingeniería de Software. Este usuario reporta conocer CMM. Se considera, por tanto, que este usuario cumple con el perfil de la población a quien está dirigido el sitio WEB de este trabajo (ver inciso 9.1.2). Esta sesión se llevó a cabo el miércoles 11 de diciembre del 2003, y tuvo una duración de 29 minutos.

En la figura B.2 se muestra el *instrumento* para este usuario. Las principales observaciones que surgieron durante esta sesión se enumeran a continuación:

1. Se perciben sin problema las hiperligas textuales presentes en los diagramas de actividades.
2. El usuario tuvo que consultar la ayuda para informarse acerca de cuál es la zona denominada "árbol del sitio". Esto se debe a que el título que tiene esta zona es otorgado por el desarrollador, y el usuario no tiene por qué estar familiarizado con este vocabulario; sin embargo, desde las primeras tareas, supo cuál era su función y cómo usarlo.
3. Se observa que inicialmente no se percibe la barra de herramientas, principalmente en las páginas en las que ésta tiene pocos botones.
4. En la página de ayuda correspondiente, el usuario interpreta correctamente la figura que contiene todos los elementos de un diagrama de actividades. Además extrae sin problema la información adicional contenida en las ayudas contextuales asociadas a cada elemento del diagrama.
5. El usuario titubea al identificar como rol o actor a "Organización/Proyecto" dentro del diagrama "CMM nivel 2: Repetible"

6. Para identificar una subactividad, el usuario consultó la ayuda del sitio. Sin embargo, el halo rosa de éstas no fue percibido; sólo se enteró de su existencia a través de la ayuda contextual asociada a la subactividad del diagrama de la página de ayuda "Diagramas de actividades".
7. Durante la tarea 19, el usuario detecta la liga en el producto, asimismo, anticipa correctamente su funcionamiento (obtención de información adicional) a partir de la modificación de la apariencia del cursor. Además, interpreta correctamente la ayuda contextual como información adicional acerca del producto con el cual está asociada.
8. Antes de abrirse la ventana de configuración, no se sabe si el botón "configuración" está asociado al árbol del sitio o a alguna otra porción del sitio.
9. El usuario no anticipa la funcionalidad del "esquema del diagrama", sin embargo, por su semejanza con herramientas similares en otras aplicaciones, intuye su utilidad y forma de uso rápidamente.
10. Durante la navegación en el sitio, el usuario emplea siempre el botón "Navegar hacia atrás/adelante" de la barra de herramientas del sitio y no el del navegador. Esto confirma la utilidad de este botón en la barra de herramientas del sitio.
11. La semejanza y cercanía de los botones "mostrar el diagrama inmediato superior" e "ir a la parte inicial de este diagrama" de la barra de herramientas, hace que el usuario los confunda.
12. El usuario detecta, en la división entre el árbol del sitio y la página actual, la manera de cambiar el tamaño de estas dos zonas.
13. El usuario detecta que las opciones de la ventana de configuración modifican la apariencia del árbol del sitio. Pero no le queda claro cuál es su utilidad.
14. Aunque los elementos como estado inicial, estado final y líneas de sincronización no son explícitamente mencionados por el usuario durante la tarea 22, se asume que podría averiguar sobre éstos en la página de ayuda respectiva. No se estima necesario resaltar estos elementos, pues se considera que tienen la misma jerarquía que las divisiones de los carriles y las transiciones.
15. No se percibe el símbolo ⓘ de información adicional en actividades y productos dentro de los diagramas de actividades.

A través del *cuestionario de usabilidad*, este usuario otorgó 85% como calificación a la calidad de la interfaz en términos de usabilidad. Asimismo, externó los siguientes comentarios acerca del sitio WEB:

1. Resalta la utilidad de mostrar gráficamente el CMM, pues de esta forma es más sencillo entender este modelo de referencia.
2. Sin embargo, reconoce que es necesario saber la notación específica de los diagramas de actividades empleados.
3. Está de acuerdo en que la ayuda del sitio es útil y suficiente.

### Instrumento (Usuario 2)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
objetivo del sitio	ruta: Bienvenida	interpretación	1	1.1	50%	0' 21.41"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% CMM 50% Diagramas de actividades <b>Notas:</b> Omitió mencionar los diagramas de actividades, aunque sí leyó la página Home del sitio.
definición del CMM	ruta: CMM / ¿Qué es CMM?	interpretación	2	1.1	50%	0' 26.28"	1	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% Siglas 50% Identificar prácticas clave, mejorar madurez proceso de software <b>Notas:</b> Omite la definición y solo enuncia el significado de las siglas. Sin embargo, menciona en esta ocasión los diagramas de actividades. La acción equivocada se debe a que no navegó a la página CMM / ¿Qué es CMM?
niveles de madurez del CMM	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	interpretación	3	1.1	100%	0' 22.79"	0	

Fig. B.2 Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 2.

**Instrumento (Usuario 2)**

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
área del árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	interpretación	4	3.1	100%	0' 30.30"	1	<b>Notas:</b> El usuario tuvo que consultar la ayuda para informarse acerca de qué zona es llamada así. Esto se debe a que el título que tiene la zona es otorgado por el desarrollador, y el usuario no está familiarizado con este vocabulario, sin embargo, desde las primeras tareas el usuario supo cuál era su función y cómo usarlo. La acción equivocada fue una navegación a una página que no tenía que ver con la tarea.
botones +/-	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	interpretación	5	3.1	100%	0' 39.82"	0	<b>Notas:</b> Además de realizar la tarea, el usuario tomó su tiempo para ver la página de ayuda sobre el árbol del sitio.
página resaltada en árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	interpretación	6	3.1	100%	0' 3.55"	0	
barra de herramientas	ruta: Ayuda / Barra de herramientas	interpretación	7	3.1	100%	0' 24.89"	1	<b>Notas:</b> El usuario tuvo que consultar la ayuda para informarse acerca de qué zona es llamada así. Se observa que inicialmente no se percibe esta zona, sobre todo cuando tiene pocos elementos. La acción equivocada fue que el se señaló primero una zona que no es la barra de herramientas.
definición de "diagrama de actividades"	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	8	3.2	100%	0' 24.88"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 100% Representación de actividades en un proceso a lo largo del tiempo <b>Notas:</b> Aunque el monitor no le dio tiempo para completar la tarea, el usuario estaba a punto de mencionar correctamente qué es un diagrama de actividades. El usuario se valió de la página de ayuda correspondiente para efectuar esta tarea.
actividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	9	3.2	100%	0' 3.64"	0	
subactividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	10	3.2	100%	0' 6.07" 0' 11.11"	0 0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% Señalar elemento 50% Características de una subactividad <b>Notas:</b> El usuario se valió de la página de ayuda correspondiente para efectuar esta tarea. Asimismo, para mencionar las características de la subactividad, leyó la ayuda contextual correspondiente.
actividad compartida	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	11	3.2	100%	0' 2.58" 0' 25.55"	0 0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% Señalar elemento 50% Características de una actividad compartida <b>Notas:</b> El usuario se valió de la página de ayuda correspondiente para efectuar esta tarea. Asimismo, para mencionar las características de la subactividad, leyó la ayuda contextual correspondiente, y elaboró correctamente a partir de la información leída.
producto	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	12	3.2	100%	0' 4.32"	0	<b>Notas:</b> El usuario se valió de la página de ayuda correspondiente para efectuar esta tarea.
carril	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	13	3.2	100%	0' 10.32"	0	
niveles de madurez implementados	área del árbol o ruta: Bienvenida o ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	interpretación	14	1.1	100%	0' 1.29"	0	<b>Medio empleado:</b> <input type="checkbox"/> ruta: Bienvenida (ayuda contextual de "diagramas de actividades") <input type="checkbox"/> ruta: Bienvenida (Nota) <input type="checkbox"/> área del árbol <input type="checkbox"/> ruta: CMM <input type="checkbox"/> ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM
roles o actores	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	15	2.1, 5.1	100%	0' 21.86"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% navegación a página "CMM nivel 2: Repetible" 50% número de carriles <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas <input type="checkbox"/> Ligas en ayuda contextual de "diagramas de actividades", ruta: Bienvenida <input type="checkbox"/> Ligas en ruta: CMM <input type="checkbox"/> Ligas en ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM <b>Notas:</b> El usuario titubea al identificar como rol a "Organización/Proyecto".
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	16	2.1	100%	0' 8.81"	0	
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación	17	2.1, 3.2	100%	2' 17.47"	0	<b>Notas:</b> Para afirmar que se trata de una subactividad, el usuario consultó la ayuda. Sin embargo, el halo rosa no fue evidente sino hasta que se enteró de su existencia a través de la ayuda contextual asociada a la subactividad del diagrama de actividades de la página de ayuda.
producto: "Requisitos revisados"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	18	2.1, 3.2	100%	0' 12.64"	0	

Fig. B.2 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 2.

## Instrumento (Usuario 2)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
ayuda contextual: "Requisitos"	producto: "Requisitos revisados"	interpretación	19	2.1	100%	0' 1.51"	0	<b>Notas:</b> El usuario detecta la liga en el producto, asimismo, anticipa correctamente su funcionamiento (obtención de información adicional) a partir de la modificación de la apariencia del cursor. Además, interpreta correctamente la ayuda contextual como información adicional acerca del producto con el cual está asociada.
actividades diagrama "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	interpretación, navegación, detección	20	2.1, 5.1	100%	1' 9.78"	0	Se admiten como respuestas válidas la enumeración de las actividades del diagrama "Administración de requisitos" o del diagrama "Actividades específicas de la administración de requisitos" <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Actividades que conducen a diagramas completos <input type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas <b>Notas:</b> El usuario enumera las actividades del diagrama "Administración de requisitos" y "Actividades específicas de la administración de requisitos". Debido a lo anterior, tarda un poco, sin embargo, en ningún momento titubea para interpretar que las actividades dentro de un diagrama son aquellas que éste comprende.
área del árbol	browser	detección	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área del árbol	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área de trabajo	browser	detección	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área de trabajo	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
barra de herramientas	área de trabajo	detección	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
barra de herramientas	área de trabajo	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área del icono del sitio WEB	browser	detección	21	4.1	100%			
área del icono del sitio WEB	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			
lista de actividades en árbol	área del árbol	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
lista de actividades en árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
botón "Configuración"	área del árbol	detección	22	4.1	100%			
botón "Configuración"	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
ventana de configuración del árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> No se sabe si la configuración es del árbol o de alguna otra porción del sitio.
opción "Mostrar sólo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar sólo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	50%			<b>Notas:</b> El usuario detecta que se trata de opciones de configuración de la apariencia del árbol del sitio. Pero no queda claro si entiende para qué sirven.
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	50%			<b>Notas:</b> El usuario detecta que se trata de opciones de configuración de la apariencia del árbol del sitio. Pero no queda claro si entiende para qué sirven.
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	50%			<b>Notas:</b> El usuario detecta que se trata de opciones de configuración de la apariencia del árbol del sitio. Pero no queda claro si entiende para qué sirven.
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			

Fig. B.2 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 2.

Instrumento (Usuario 2)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> El usuario se apoya en la leyenda del tooltip.
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> El usuario se apoya en la leyenda del tooltip.
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	0%			<b>Notas:</b> Sin embargo al usarla, por su semejanza con herramientas similares en otras aplicaciones, intuye su utilidad y forma de uso rápidamente.
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1	100%			
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
título del diagrama de actividades	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
roles presentes en el diagrama	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
inicio de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
producto	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ayuda contextual (?)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
ayuda contextual (hiperliga azul)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
línea de sincronización	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
transición	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
fin de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
diag: CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	autoubicación	23	5.2	100%	0' 9.14" 0' 1.92"	0 0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% diagrama actual 50% diagrama padre del actual <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> área del árbol <input type="checkbox"/> Icono de anidamiento de diagramas (tooltips)

Fig. B.2 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 2.

## Instrumento (Usuario 2)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
diag: CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	navegación	24, 25, 26	5.1	100% 100% 100%	0' 4.35" 0' 5.70" 0' 18.64"	0 1 0	<p>Marcar 100% por cada una de las acciones correctas</p> <p><b>Medio empleado:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 1o. Ligas en árbol que conducen a diagramas</p> <p><input type="checkbox"/> Control "Regresar a la ventana anterior"</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 2o. Control "Subir al diagrama inmediato superior"</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 3o. Icono de anidamiento de diagramas</p> <p><b>Notas:</b></p> <p>En la tarea 25 se confundió el control "mostrar el diagrama inmediato superior" por el control "desplazarse al inicio del diagrama" de la barra de herramientas. Se asume que su semejanza influyó.</p>

## Glosario de términos

**Elemento:** Porción del sitio WEB con la que el usuario interactúa durante la tarea cuyo número se indica en el mismo renglón.

**Ubicación:** Ubicación específica del elemento dentro del sitio WEB.

**Tipo de interacción:** Interacción que establece el usuario con el elemento. Los tipos de interacción pueden ser los siguientes:

**interpretación:** El usuario entiende el significado del elemento en el contexto de la tarea que está ejecutando.

**navegación:** El usuario se conduce exitosamente hacia otra(s) página(s) dentro del sitio con el propósito de efectuar la tarea que se le encomendó.

**detección:** El usuario percibe el elemento sin necesidad de que el monitor se lo señale.

**anticipación de funcionalidad:** El usuario anticipa correctamente la funcionalidad del elemento.

**autoubicación:** El usuario sabe en qué lugar se encuentra dentro de la jerarquía de diagramas de actividades del sitio WEB.

**No. Tarea:** Número de tarea dentro del script de la prueba en la que tiene lugar la interacción del usuario con el elemento.

**Hipótesis:** Hipótesis que se intenta validar mediante la interacción que se establece entre el usuario y el elemento.

**Criterios de evaluación:**

**¿éxito?:** Se especifica si la interacción que se estableció entre el usuario y el elemento es exactamente la esperada. En este caso los valores que admite esta casilla son 100% y 0%. Si el éxito de la interacción entre el usuario y el elemento depende de cubrir varios aspectos, cada uno debe tener una ponderación. En este caso la casilla comentarios contiene el porcentaje que se asigna a cada aspecto.

**Tiempo total:** Tiempo invertido en completar la interacción con el elemento por parte del usuario.

**Acciones equivocadas:** Indica el número de acciones equivocadas que realizó el usuario antes de completar exitosamente su interacción con el elemento.

Fig. B.2 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 2.

## B.3 Usuario 3

El usuario que participó en la tercera sesión tiene una experiencia de 20 años en el uso de computadoras, de los cuales, durante los últimos 6 emplea Internet. Actualmente emplea la computadora diariamente. Ocupa el puesto de Subgerente de desarrollo de sistemas en Nacional Financiera. Su actividad consiste en la administración de proyectos de software y administración de requerimientos. Este usuario reporta conocer CMM, y declara que su organización emplea el modelo ISO 9000 para sus procesos de desarrollo de software. Se considera, por tanto, que este usuario cumple con el perfil de la población a quien está dirigido el sitio WEB de este trabajo (ver inciso 9.1.2). Esta sesión se llevó a cabo el martes 25 de noviembre del 2003, y tuvo una duración de 39 minutos.

En la figura B.3 se muestra el *instrumento* para este usuario. Las principales observaciones que surgieron durante esta sesión se enumeran a continuación:

1. Sin necesidad de consultar la ayuda del sitio, el usuario intuye correctamente cuál es el área del árbol del sitio.
2. Se observa que inicialmente no se percibe la barra de herramientas, principalmente en las páginas en las que ésta tiene pocos botones.
3. Este usuario no conocía los diagramas de actividades de UML. Y al leer la definición de una actividad compartida asumió erróneamente qué era un carril.
4. El usuario consultó las definiciones y ejemplos que se incluyen en las ayudas contextuales asociadas a los elementos del diagrama de actividades de la página de ayuda. Esta información le sirvió para interpretar correctamente los diagramas de actividades.
5. Al usuario le parece útil que el tamaño de las zonas del árbol del sitio y la página actual sean modificables, arrastrando la línea que las divide.
6. Encuentra similitud en la apariencia de los controles "mostrar el diagrama inmediato superior" e "ir a la parte inicial de este diagrama" de la barra de herramientas, por lo que supone que su función es similar. Además, la leyenda de los tooltips no le despejan esta confusión.
7. El usuario se confunde si hace clic en el botón "ir a la parte inicial de este diagrama" de la barra de herramientas, mientras la página actual muestra el inicio del diagrama; pues no se percibe ninguna respuesta.

8. El usuario asume que el botón "configuración" alude a la modificación de la apariencia de todo el sitio, en vez de sólo el árbol del sitio.
9. La modificación de la opción "mostrar sólo la ruta de la página actual" de la ventana de configuración del árbol del sitio no provoca cambios inmediatos apreciables, por lo que el usuario no logra descifrar cuál es su función.
10. No se perciben las hiperligas textuales dentro de los diagramas de actividades, así como los símbolos de información adicional ⓘ en actividades y productos.

A través del *cuestionario de usabilidad*, este usuario otorgó 85% como calificación a la calidad de la interfaz en términos de usabilidad. Asimismo, externó los siguientes comentarios acerca del sitio WEB:

1. La definición de Subactividad en la página de ayuda "Diagramas de actividades" no le pareció clara.
2. Considera que los botones "regresar a la página anterior" y "avanzar a la página siguiente" de la barra de herramientas son redundantes. Sin embargo, en operaciones de navegación posteriores al descubrimiento de estos botones, el usuario ha optado por usarlos.
3. Le parece útil y novedoso el "esquema del diagrama".
4. Aunque expresa que le parece un sistema de navegación rápida y colores agradables, aconseja que la resolución de los diagramas y otras figuras sean mayor.
5. Sugiere que se puedan arrastrar las ayudas contextuales.
6. Considera que hace falta una herramienta de búsqueda alfabética como parte de la ayuda.

### Instrumento (Usuario 3)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total [ ' ]	Acciones equivocadas [ # ]	
objetivo del sitio	ruta: Bienvenida	interpretación	1	1.1	50%	0' 37.76"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% CMM 50% Diagramas de actividades <b>Notas:</b> La relación entre UML y CMM en el sitio WEB no fue explicada claramente.
definición del CMM	ruta: CMM / ¿Qué es CMM?	interpretación	2	1.1	100%	0' 27.57"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% Siglas 50% Identificar prácticas clave, mejorar madurez proceso de software
niveles de madurez del CMM	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	interpretación	3	1.1	100%	0' 13.51"	0	
área del árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	interpretación	4	3.1	100%	0' 4.62"	0	<b>Notas:</b> Sin necesidad de consultar la ayuda del sitio, el usuario intuye correctamente cuál es esta área.
botones +/-	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	interpretación	5	3.1	100%	0' 1.17"	0	
página resaltada en árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	interpretación	6	3.1	100%	0' 3.70"	0	
barra de herramientas	ruta: Ayuda / Barra de herramientas	interpretación	7	3.1	0%	---	---	<b>Notas:</b> No notó los iconos en la parte superior de la página actual. O no los consideró el conjunto como una barra de herramientas (aparecían 3 iconos en este caso).
definición de "diagrama de actividades"	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	8	3.2	100%	0' 57.81"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 100% Representación de actividades en un proceso a lo largo del tiempo <b>Notas:</b> Durante esa tarea el usuario iba explicando qué estaba haciendo, por tanto, esta tarea duró un poco más de lo que habría durado si hubiera omitido las explicaciones al monitor. Para ejecutar esta tarea, el usuario consultó la ayuda del sitio.
actividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	9	3.2	100%	0' 7.20"	0	
subactividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	10	3.2	100%	0' 1.82" 0' 30.09"	0 0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% Señalar elemento 50% Características de una subactividad <b>Notas:</b> El usuario se valió de la página de ayuda correspondiente para efectuar esta tarea. Asimismo, para mencionar las características de la subactividad, leyó la ayuda contextual correspondiente. Sin embargo, la definición de subactividad de la ayuda contextual no resultó clara para el usuario.

Fig. B.3 Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 3.



## Instrumento (Usuario 3)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	Comentarios
actividad compartida	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	11	3.2	100%	0' 10.07" 1' 11.92"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% Señalar elemento 50% Características de una actividad compartida <b>Notas:</b> El usuario se valió de la página de ayuda correspondiente para efectuar esta tarea. Asimismo, para mencionar las características de la subactividad, leyó la ayuda contextual correspondiente. Sin embargo, debido que no conoce este tipo de diagramas, interpretó erróneamente que es un carril. Así, le resultó clara la definición.
producto	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	12	3.2	100%	0' 5.26"	0	<b>Notas:</b> El usuario se valió de la página de ayuda correspondiente para efectuar esta tarea.
carril	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	13	3.2	100%	1' 0.64"	0	<b>Notas:</b> El usuario se valió de la página de ayuda correspondiente para efectuar esta tarea. Además, debido a que es la primera vez que ve un diagrama de actividades, tomó su tiempo para asimilar qué es un carril mediante la ayuda contextual correspondiente. Al final, interpretó correctamente que es un carril y pudo señalarlos en el diagrama de actividades.
niveles de madurez implementados	área del árbol o ruta: Bienvenida o ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	interpretación	14	1.1	0%	---	---	<b>Medio empleado:</b> <input type="checkbox"/> ruta: Bienvenida (ayuda contextual de "diagramas de actividades") <input type="checkbox"/> ruta: Bienvenida (Nota) <input type="checkbox"/> área del árbol <input type="checkbox"/> ruta: CMM <input type="checkbox"/> ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM <b>Notas:</b> Sin embargo el usuario recordaba haber leído en alguna página que solo estaba implementado actualmente el nivel 2. Cabe mencionar, que, aunque visitó páginas que enumeraban en forma de hiperliga cada uno de los niveles de madurez del CMM, no intentó navegar hacia ninguno.
roles o actores	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	15	2.1, 5.1	100%	0' 13.91"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% navegación a página "CMM nivel 2: Repetible" 50% número de carriles <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas <input type="checkbox"/> Ligas en ayuda contextual de "diagramas de actividades", ruta: Bienvenida <input type="checkbox"/> Ligas en ruta: CMM <input type="checkbox"/> Ligas en ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	16	2.1	100%	0' 1.76"	0	
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación	17	2.1, 3.2	50%	0' 10.96"	0	<b>Notas:</b> Omitió decir que también se trata de una subactividad.
producto: "Requisitos revisados"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	18	2.1, 3.2	100%	0' 6.89"	0	
ayuda contextual: "Requisitos"	producto: "Requisitos revisados"	interpretación	19	2.1	100%	0' 3.82"	0	<b>Notas:</b> En este caso resulta fortuito que el clic sobre el producto abra la ayuda contextual asociada con la palabra "requisitos". Así, no se sabe aún si el usuario ha detectado las hiperligas textuales en el diagrama de actividades.
actividades diagrama "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	interpretación, navegación, detección	20	2.1, 5.1	100%	0' 41.45"	0	Se admiten como respuestas válidas la enumeración de las actividades del diagrama "Administración de requisitos" o del diagrama "Actividades específicas de la administración de requisitos" <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Actividades que conducen a diagramas completos <input type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas <b>Notas:</b> El usuario va describiendo sus acciones. Debido a esto, tarda un poco en ejecutar esta tarea, sin embargo no titubea ni duda acerca de lo que tiene que hacer para efectuarla.
área del árbol	browser	detección	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área del árbol	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área de trabajo	browser	detección	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área de trabajo	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
barra de herramientas	área de trabajo	detección	21	4.1	100%			
barra de herramientas	área de trabajo	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			
área del icono del sitio WEB	browser	detección	21	4.1	100%			
área del icono del sitio WEB	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			

Fig. B.3 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 3.

Instrumento (Usuario 3)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
lista de actividades en árbol	área del árbol	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
lista de actividades en árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
botón "Configuración"	área del árbol	detección	22	4.1	100%			
botón "Configuración"	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	0%			<b>Notas:</b> El usuario considera que se trata de la configuración de todo el sitio en vez de solo el árbol del sitio.
ventana de configuración del árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
opción "Mostrar sólo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar sólo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	0%			<b>Notas:</b> Aun cambiando esta opción, el usuario no entiende qué modifica.
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> El usuario considera que este control es redundante. Sin embargo, en operaciones de navegación posteriores al descubrimiento de este control, el usuario ha optado por usar este control.
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> El usuario considera que este control es redundante. Sin embargo, en operaciones de navegación posteriores al descubrimiento de este control, el usuario ha optado por usar este control.
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Solo después de leer el tooltip, el usuario intuye correctamente cuál es su función.
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	0%			<b>Notas:</b> Al ver su apariencia, confunde su función, creyendo que se trata de una navegación en la jerarquía de diagramas padre. Probablemente debido a su similitud con el icono anterior ("Mostrar el diagrama inmediato superior"). Además, la leyenda del tooltip no corrige esta confusión. No obstante, al usarlo, el usuario entiende cuál es su función y considera conveniente el icono empleado para representarla.
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			

Fig. B.3 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 3.

## Instrumento (Usuario 3)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1	100%			
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1	100%			
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
título del diagrama de actividades	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
roles presentes en el diagrama	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
inicio de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			
producto	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ayuda contextual (?)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
ayuda contextual (hiperliga azul)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
línea de sincronización	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
transición	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
fin de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			
diag: CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	autobúsqueda	23	5.2	100%	0' 3.89" 0' 5.32"	0 0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% diagrama actual 50% diagrama padre del actual <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> área del árbol <input type="checkbox"/> Icono de anidamiento de diagramas (tooltips)
diag: CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	navegación	24, 25, 26	5.1	100% 100% 100%	0' 3.48" 0' 2.32" 0' 4.82"	0 0 1	Marcar 100% por cada una de las acciones correctas <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1o. Ligas en árbol que conducen a diagramas <input type="checkbox"/> Control "Regresar a la ventana anterior" <input checked="" type="checkbox"/> 3o. Control "Subir al diagrama inmediato superior" <input type="checkbox"/> Icono de anidamiento de diagramas <input checked="" type="checkbox"/> 2o. fin de proceso <b>Notas:</b> En la tarea 25 se confundió el control "mostrar el diagrama inmediato superior" por el control "desplazarse al inicio del diagrama" de la barra de herramientas. Se asume que su semejanza influyó.

## Glosario de términos

**Elemento:** Porción del sitio WEB con la que el usuario interactúa durante la tarea cuyo número se indica en el mismo renglón.

**Ubicación:** Ubicación específica del elemento dentro del sitio WEB.

**Tipo de interacción:** Interacción que establece el usuario con el elemento. Los tipos de interacción pueden ser los siguientes:

**interpretación:** El usuario entiende el significado del elemento en el contexto de la tarea que está ejecutando.

**navegación:** El usuario se conduce exitosamente hacia otra(s) página(s) dentro del sitio con el propósito de efectuar la tarea que se le encomendó.

**detección:** El usuario percibe el elemento sin necesidad de que el monitor se lo señale.

**anticipación de funcionalidad:** El usuario anticipa correctamente la funcionalidad del elemento.

**autobúsqueda:** El usuario sabe en qué lugar se encuentra dentro de la jerarquía de diagramas de actividades del sitio WEB.

**No. Tarea:** Número de tarea dentro del script de la prueba en la que tiene lugar la interacción del usuario con el elemento.

**Hipótesis:** Hipótesis que se intenta validar mediante la interacción que se establece entre el usuario y el elemento.

**Criterios de evaluación:**

**¿éxito?:** Se especifica si la interacción que se estableció entre el usuario y el elemento es exactamente la esperada. En este caso los valores que admite esta casilla son 100% y 0%. Si el éxito de la interacción entre el usuario y el elemento depende de cubrir varios aspectos, cada uno debe tener una ponderación. En este caso la casilla comentarios contiene el porcentaje que se asigna a cada aspecto.

**Tiempo total:** Tiempo invertido en completar la interacción con el elemento por parte del usuario.

**Acciones equivocadas:** Indica el número de acciones equivocadas que realizó el usuario antes de completar exitosamente su interacción con el elemento.

Fig. B.3 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 3.

## B.4 Usuario 4

El usuario que participó en la cuarta sesión tiene una experiencia de 8 años en el uso de computadoras, de los cuales, durante los últimos 4 emplea Internet. Ocupa el puesto de Consultor de negocios en la empresa UCCS. Su actividad consiste en crear modelos de negocios y rentabilizar las inversiones. Este usuario reporta conocer CMM sólo a un nivel muy básico, y declara que su organización emplea procesos definidos en el desarrollo de software. Se considera, por tanto, que

este usuario cumple con el perfil de la población a quien está dirigido el sitio WEB de este trabajo (ver inciso 9.1.2). Esta sesión se llevó a cabo el miércoles 10 de diciembre del 2003, y tuvo una duración de 33 minutos.

En la figura B.4 se muestra el *instrumento* para este usuario. Las principales observaciones que surgieron durante esta sesión se enumeran a continuación:

1. Se observa poca experiencia en el manejo de hiperligas, pues consistentemente hace doble clic en éstas.
2. Para navegar a alguna página mediante el árbol del sitio, intenta hacer clic en el icono del nodo correspondiente.
3. El escaso éxito en la ejecución de las tareas muy probablemente se deba a nervios y apresuramiento, o bien a falta de atención por parte del usuario. Asimismo, se basa predominantemente en sus conocimientos, correctos o no, para efectuar las tareas de la prueba, en vez de la información que el sitio le proporciona. Por este motivo, en estos casos no es posible determinar a través de este usuario la efectividad de los elementos que proporciona el sitio, pues no son usados o consultados.

A través del *cuestionario de usabilidad*, este usuario otorgó 78% como calificación a la calidad de la interfaz en términos de usabilidad, debido principalmente a que considera que necesita aprender muchas cosas antes de poder utilizar el sitio WEB, y que probablemente requerirá la ayuda de un técnico para poder usarlo. Asimismo, hizo los siguientes comentarios:

1. Sugiere usar cejas en vez del árbol del sitio, pues lo considera complejo.
2. Los colores le parecieron fuera de lo común. Aconseja usar colores neutros.
3. Las letras le parecieron legibles.
4. Sugiere proporcionar documentos de ejemplo asociados a los productos de los diagramas de actividades.
5. Está de acuerdo en que la ayuda del sitio es útil y suficiente.

#### Instrumento (Usuario 4)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
objetivo del sitio	ruta: Bienvenida	Interpretación	1	1.1	0%	---	---	Porcentajes de peso: 50% CMM 50% Diagramas de actividades Notas: El usuario no consultó el sitio para realizar esta tarea.
definición del CMM	ruta: CMM / ¿Qué es CMM?	Interpretación	2	1.1	0%	---	---	Porcentajes de peso: 50% Siglas 50% Identificar prácticas clave, mejorar madurez proceso de software Notas: El usuario no consultó el sitio para realizar esta tarea.
niveles de madurez del CMM	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	Interpretación	3	1.1	0%	---	---	Notas: El usuario trata de contestar las preguntas basándose en sus propios conocimientos, y no mediante el sitio WEB. Sin embargo, sus respuestas no son correctas.
área del árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	Interpretación	4	3.1	0%	---	---	Notas: El usuario se da por vencido casi de inmediato. Sin embargo, durante sus operaciones de navegación en otras tareas ha usado el árbol como herramienta.
botones +/-	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	Interpretación	5	3.1	0%	---	---	Notas: El usuario se da por vencido casi de inmediato. Además hasta este momento no ha usado los iconos +/- del árbol.
página resaltada en árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	Interpretación	6	3.1	0%	---	---	Notas: El usuario se da por vencido casi de inmediato.
barra de herramientas	ruta: Ayuda / Barra de herramientas	Interpretación	7	3.1	0%	---	---	Notas: Señala la barra de herramientas del explorador.
definición de "diagrama de actividades"	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	Interpretación	8	3.2	50%	0' 57.46"	6	Porcentajes de peso: 100% Representación de actividades en un proceso a lo largo del tiempo Notas: Aunque identifica una ayuda contextual como un diagrama de actividades, acude a la ayuda mediante una liga dentro de esta ayuda contextual y finalmente señala un diagrama de actividades. Las acciones equivocadas son navegaciones por las páginas del CMM. El usuario señala un diagrama, sin embargo no lo define.
actividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	Interpretación	9	3.2	0%	---	---	Notas: Dentro del diagrama de ejemplo en la página de ayuda, equivoca al seguir la trayectoria de la flecha que apunta a una actividad. Es posible que el usuario esté nervioso o apresurado ya que se detecta una falta de atención o entendimiento.

Fig. B.4 Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 4.

## Instrumento (Usuario 4)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
subactividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	10	3.2	50%	0' 13.26"	---	<p><b>Porcentajes de peso:</b> 50% Señalar elemento 50% Características de una subactividad</p> <p><b>Notas:</b> A pesar de encontrarse en la página de ayuda correspondiente, señala un elemento que visiblemente no es una subactividad. Se asume que el usuario está adivinando o bien que trata de realizar las tareas con base en su propio conocimiento y no en la información que proporciona el sitio. Al mencionar las características de una subactividad se atiende a la información que proporciona la página de ayuda. Aunque sólo señala que la información se encuentra en la ayuda contextual, sin enunciarla leyendo dicha ayuda.</p>
actividad compartida	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	11	3.2	0%	---	---	<p><b>Porcentajes de peso:</b> 50% Señalar elemento 50% Características de una actividad compartida</p> <p><b>Notas:</b> En vez de señalar el elemento dentro del diagrama de ejemplo de la página de ayuda, señaló el botón con el título "Actividades compartidas". Al enunciar la definición de una actividad compartida, el usuario mezcla equivocadamente lo que supone que es con lo que lee en la ayuda contextual correspondiente.</p>
producto	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	12	3.2	0%	---	---	<p><b>Notas:</b> El usuario supone que el estado final es un producto y lo expresa explícitamente así. Nuevamente, trata de efectuar las tareas con base en su conocimiento y no en la información que le proporciona el sitio WEB.</p>
carril	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	interpretación	13	3.2	0%	---	---	<p><b>Notas:</b> El usuario señaló las flechas que ligan los botones con los elementos del diagrama de actividades de la página de ayuda como los carriles.</p>
niveles de madurez implementados	área del árbol o ruta: Bienvenida o ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	interpretación	14	1.1	100%	1' 5.89"	1	<p><b>Medio empleado:</b> <input type="checkbox"/> ruta: Bienvenida (ayuda contextual de "diagramas de actividades") <input checked="" type="checkbox"/> ruta: Bienvenida (Nota) <input type="checkbox"/> área del árbol <input type="checkbox"/> ruta: CMM <input type="checkbox"/> ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM</p> <p><b>Notas:</b> Antes de encontrar esta información en la página de bienvenida, la buscó en la página de ayuda sobre diagramas de actividades.</p>
roles o actores	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	15	2.1, 5.1	100%	0' 22.33"	0	<p><b>Porcentajes de peso:</b> 50% navegación a página "CMM nivel 2: Repetible" 50% número de carriles</p> <p><b>Medio empleado:</b> <input type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas <input type="checkbox"/> Ligas en ayuda contextual de "diagramas de actividades", ruta: Bienvenida <input type="checkbox"/> Ligas en ruta: CMM <input type="checkbox"/> Ligas en ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM <input checked="" type="checkbox"/> Ligas en ayuda contextual de "diagramas de actividades", ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM</p> <p><b>Notas:</b> A pesar de que el usuario demostró no tener una idea clara de lo que es un carril, interpretó correctamente qué es un rol o actor.</p>
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	16	2.1	100%	0' 6.66"	0	
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación	17	2.1, 3.2	50%	0' 12.20"	0	<p><b>Notas:</b> Afirmó explícitamente que no es una subactividad</p>
producto: "Requisitos revisados"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	18	2.1, 3.2	50%	0' 12.96"	1	<p><b>Notas:</b> Identificó, además, la actividad "Planeación del proyecto de software" como un producto.</p>
ayuda contextual: "Requisitos"	producto: "Requisitos revisados"	interpretación	19	2.1	0%	---	---	<p><b>Notas:</b> Señala a la actividad "Seguimiento y control del proyecto de software" como información adicional sobre los productos.</p>
actividades diagrama "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	interpretación, navegación, detección	20	2.1, 5.1	100%	0' 44.52"	0	<p>Se admiten como respuestas válidas la enumeración de las actividades del diagrama "Administración de requisitos" o del diagrama "Actividades específicas de la administración de requisitos"</p> <p><b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Actividades que conducen a diagramas completos <input type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas</p> <p><b>Notas:</b> Esta vez identifica correctamente las actividades, separándolas de los productos.</p>
área del árbol	browser	detección	21	4.1	100%			<p><b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.</p>
área del árbol	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			<p><b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.</p>

Fig. B.4 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 4.

Instrumento (Usuario 4)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
área de trabajo	browser	detección	21	4.1	100%			Notas: Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área de trabajo	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			Notas: Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
barra de herramientas	área de trabajo	detección	21	4.1	100%			
barra de herramientas	área de trabajo	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			
área del icono del sitio WEB	browser	detección	21	4.1	0%			
área del icono del sitio WEB	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	0%			
lista de actividades en árbol	área del árbol	detección	22	4.1	100%			Notas: Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
lista de actividades en árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			Notas: Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	detección	22	4.1	100%			Notas: Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			Notas: Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
botón "Configuración"	área del árbol	detección	22	4.1	100%			
botón "Configuración"	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
ventana de configuración del árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
opción "Mostrar sólo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar sólo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	---			Notas: El usuario sólo leyó cada opción, sin embargo, existe la duda acerca de si entiende qué hace cada una.
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	---			Notas: El usuario sólo leyó cada opción, sin embargo, existe la duda acerca de si entiende qué hace cada una.
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	---			Notas: El usuario sólo leyó cada opción, sin embargo, existe la duda acerca de si entiende qué hace cada una.
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	0%			Notas: Puesto que el tooltip dice "ocultar iconos", el usuario inicialmente no está seguro de cuáles iconos ocultará.
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1	0%			
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	---			
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1	0%			

Fig. B.4 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 4.

## Instrumento (Usuario 4)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	---			
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1	100%			
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1	100%			
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
título del diagrama de actividades	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
roles presentes en el diagrama	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
inicio de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
producto	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ayuda contextual (?)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
ayuda contextual (hiperliga azul)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
línea de sincronización	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
transición	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
fin de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			
diag: CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	autobúsqueda	23	5.2	100%	0' 2.36" 0' 19.89"	0 0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% diagrama actual 50% diagrama padre del actual <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> área del árbol <input type="checkbox"/> Icono de anidamiento de diagramas (tooltips)
diag: CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	navegación	24, 25, 26	5.1	100% 100% 100%	0' 4.76" 0' 11.51" 0' 19.95"	0 0 0	Marcar 100% por cada una de las acciones correctas <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1o Ligas en árbol que conducen a diagramas <input checked="" type="checkbox"/> 2o Control "Regresar a la ventana anterior" (del explorador) <input type="checkbox"/> Control "Subir al diagrama inmediato superior" <input checked="" type="checkbox"/> 3o Icono de anidamiento de diagramas <input type="checkbox"/> fin de proceso

## Glosario de términos

**Elemento:** Porción del sitio WEB con la que el usuario interactúa durante la tarea cuyo número se indica en el mismo renglón.

**Ubicación:** Ubicación específica del elemento dentro del sitio WEB.

**Tipo de interacción:** Interacción que establece el usuario con el elemento. Los tipos de interacción pueden ser los siguientes:

**interpretación:** El usuario entiende el significado del elemento en el contexto de la tarea que está ejecutando.

**navegación:** El usuario se conduce exitosamente hacia otra(s) página(s) dentro del sitio con el propósito de efectuar la tarea que se le encomendó.

**detección:** El usuario percibe el elemento sin necesidad de que el monitor se lo señale.

**anticipación de funcionalidad:** El usuario anticipa correctamente la funcionalidad del elemento.

**autobúsqueda:** El usuario sabe en qué lugar se encuentra dentro de la jerarquía de diagramas de actividades del sitio WEB.

**No. Tarea:** Número de tarea dentro del script de la prueba en la que tiene lugar la interacción del usuario con el elemento.

**Hipótesis:** Hipótesis que se intenta validar mediante la interacción que se establece entre el usuario y el elemento.

**Criterios de evaluación:**

**¿éxito?:** Se especifica si la interacción que se estableció entre el usuario y el elemento es exactamente la esperada. En este caso los valores que admite esta casilla son 100% y 0%. Si el éxito de la interacción entre el usuario y el elemento depende de cubrir varios aspectos, cada uno debe tener una ponderación. En este caso la casilla comentarios contiene el porcentaje que se asigna a cada aspecto.

**Tiempo total:** Tiempo invertido en completar la interacción con el elemento por parte del usuario.

**Acciones equivocadas:** Indica el número de acciones equivocadas que realizó el usuario antes de completar exitosamente su interacción con el elemento.

Fig. B.4 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 4.

## B.5 Usuario 5

El usuario que participó en la quinta sesión tiene una experiencia de 33 años en el uso de computadoras, de los cuales, durante los últimos 14 emplea Internet. Actualmente emplea la computadora diariamente. Se desempeña como profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias de la UNAM, impartiendo, entre otros, cursos de Ingeniería de Software, y proporcionando consultorías externas. Este usuario reporta conocer CMM. Se considera, por tanto, que este usuario cumple con el perfil de la población a quien está dirigido el sitio WEB de este trabajo (ver inciso 9.1.2). Esta sesión se llevó a cabo el jueves 12 de febrero del 2004, y tuvo una duración de 30 minutos.

En la figura B.5 se muestra el *instrumento* para este usuario. Además, por medio del *cuestionario de usabilidad*, este usuario otorgó 98% como calificación a la calidad de la interfaz en términos de usabilidad. Por último, externó los siguientes comentarios acerca del sitio WEB:

1. El contraste entre las ligas del árbol y el fondo le pareció insuficiente.
2. El usuario juzga convenientes y necesarias las funcionalidades en la barra de herramientas.
3. Sugiere ser más explícito en la leyenda del botón "configuración". Sugiere cambiarla por "configuración del árbol del sitio".
4. Está fuertemente de acuerdo en que la ayuda del sitio es útil y suficiente.

**Instrumento (Usuario 5)**

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					Éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
objetivo del sitio	ruta: Bienvenida	Interpretación	1	1.1	100%	0' 18.84"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% CMM 50% Diagramas de actividades
definición del CMM	ruta: CMM / ¿Qué es CMM?	Interpretación	2	1.1	100%	0' 13.67"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% Siglas 50% Identificar prácticas clave, mejorar madurez proceso de software
niveles de madurez del CMM	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	Interpretación	3	1.1	100%	0' 25.67"	0	
área del árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	Interpretación	4	3.1	100%	0' 2.07"	0	<b>Notas:</b> Sin necesidad de consultar la ayuda del sitio, el usuario intuye correctamente cuál es esta área.
botones +/-	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	Interpretación	5	3.1	100%	0' 8.46"	0	
página resaltada en árbol	ruta: Ayuda / Árbol del sitio	Interpretación	6	3.1	100%	0' 3.27"	0	
barra de herramientas	ruta: Ayuda / Barra de herramientas	Interpretación	7	3.1	0%	---	---	<b>Notas:</b> No notó los iconos en la parte superior de la página actual. O no los consideró el conjunto como una barra de herramientas (aparecían 3 iconos en este caso). Posteriormente, en una página con un diagrama de actividades, el usuario notó claramente cuál era la barra de herramientas.
definición de "diagrama de actividades"	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	Interpretación	8	3.2	100%	0' 57.81"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 100% Representación de actividades en un proceso a lo largo del tiempo <b>Notas:</b> Durante esa tarea el usuario iba explicando qué estaba haciendo, por tanto, esta tarea duró un poco más de lo que habría durado si hubiera omitido las explicaciones al monitor.
actividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	Interpretación	9	3.2	100%	0' 4.26"	0	
subactividad	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	Interpretación	10	3.2	0%	---	---	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% Señalar elemento 50% Características de una subactividad <b>Notas:</b> No identifiqué subactividades a pesar de que existía una en el diagrama. Sin embargo la apariencia de las subactividades en el sitio WEB difiere de la notación original de UML. Cabe mencionar que, hasta este momento, el usuario no ha consultado la ayuda del sitio ya que tiene conocimiento tanto de CMM como de UML. El resto de la tarea fue omitido por el monitor.
actividad compartida	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	Interpretación	11	3.2	---	---	---	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% Señalar elemento 50% Características de una actividad compartida <b>Notas:</b> El usuario se valió de la página de ayuda correspondiente para efectuar esta tarea. Asimismo, para mencionar las características de la subactividad, leyó la ayuda contextual correspondiente. Sin embargo, debido que no conoce este tipo de diagramas, interpretó erróneamente qué es un carril. Aún así, le resultó clara la definición.
producto	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	Interpretación	12	3.2	---	---	---	<b>Notas:</b> De acuerdo a las instrucciones del script, el monitor omitió esta tarea.
carril	ruta: Ayuda / Diagramas de actividades	Interpretación	13	3.2	---	---	---	<b>Notas:</b> De acuerdo a las instrucciones del script, el monitor omitió esta tarea.
niveles de madurez implementados	área del árbol o ruta: Bienvenida o ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	Interpretación	14	1.1	100%	2' 5.14"	1	<b>Medio empleado:</b> <input type="checkbox"/> ruta: Bienvenida (ayuda contextual de "diagramas de actividades") <input type="checkbox"/> ruta: Bienvenida (Nota) <input type="checkbox"/> área del árbol <input type="checkbox"/> ruta: CMM <input checked="" type="checkbox"/> ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM <b>Notas:</b> La acción equivocada fue que inicialmente el usuario no leyó el mensaje que le informaba que el nivel 4 aún no estaba implementado, sin embargo, en otra página finalmente lo leyó.

Fig. B.5 Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 5.



## Instrumento (Usuario 5)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
roles o actores	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	15	2.1, 5.1	100%	0' 1.70"	0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% navegación a página "CMM nivel 2: Repetible" 50% número de carriles <b>Medio empleado:</b> <input type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas <input type="checkbox"/> Ligas en ayuda contextual de "diagramas de actividades", ruta: Bienvenida <input type="checkbox"/> Ligas en ruta: CMM <input checked="" type="checkbox"/> Ligas en ruta: CMM / Los 5 niveles de madurez del CMM
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	16	2.1	100%	0' 4.01"	0	
actividad: "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación	17	2.1, 3.2	50%	0' 3.67"	0	<b>Notas:</b> Omitió decir que también se trata de una subactividad.
producto: "Requisitos revisados"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible	interpretación, navegación	18	2.1, 3.2	100%	0' 3.53"	0	
ayuda contextual: "Requisitos"	producto: "Requisitos revisados"	interpretación	19	2.1	100%	0' 9.99"	0	<b>Notas:</b> El usuario detecta la liga en el producto, asimismo, anticipa correctamente su funcionamiento (obtención de información adicional) a partir de la modificación de la apariencia del cursor. Además, interpreta correctamente la ayuda contextual como información adicional acerca del producto con el cual está asociada.
actividades diagrama "Administración de requisitos"	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	interpretación, navegación, detección	20	2.1, 5.1	100%	0' 24.53"	0	Se admiten como respuestas válidas la enumeración de las actividades del diagrama "Administración de requisitos" o del diagrama "Actividades específicas de la administración de requisitos" <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Actividades que conducen a diagramas completos <input type="checkbox"/> Ligas en árbol que conducen a diagramas <b>Notas:</b> Le sirve de ayuda el tooltip que aparece al colocar el puntero sobre la subactividad "Administración de requisitos"
área del árbol	browser	detección	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área del árbol	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área de trabajo	browser	detección	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área de trabajo	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
barra de herramientas	área de trabajo	detección	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
barra de herramientas	área de trabajo	anticipación de funcionalidad	21	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
área del icono del sitio WEB	browser	detección	21	4.1	0%			
área del icono del sitio WEB	browser	anticipación de funcionalidad	21	4.1	---			
lista de actividades en árbol	área del árbol	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
lista de actividades en árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ligas en árbol que conducen a diagramas	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
botón "Configuración"	área del árbol	detección	22	4.1	100%			
botón "Configuración"	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
ventana de configuración del árbol	área del árbol	anticipación de funcionalidad	22	4.1	0%			<b>Notas:</b> Inicialmente supuso que se trataba de la configuración de todo el sitio WEB y no solo del árbol del sitio.
opción "Mostrar solo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar solo la ruta de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar los sub-elementos de la página actual"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
opción "Mostrar cada texto en un renglón"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	---			<b>Notas:</b> El usuario olvidó examinar esta opción.

Fig. B.5 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 5.

Instrumento (Usuario 5)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	detección	22	4.1	100%			
botón "Cerrar"	ventana "Configuración"	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Mostrar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Ocultar iconos"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	0%			<b>Notas:</b> El usuario dudó acerca de qué iconos ocultará este control.
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Regresar a la página anterior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Avanzar a la página siguiente"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Subir al diagrama inmediato superior"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "Ir a la parte inicial de este diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	0%			<b>Notas:</b> El usuario equivoca la lectura del mensaje de este botón e interpreta que su funcionalidad es la misma que la del botón "mostrar el diagrama inmediato superior"
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "ayuda sobre este sitio WEB"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
control "mostrar el esquema del diagrama"	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
control para arrastrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
control para cerrar el esquema	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	detección	22	4.1	100%			
recuadro con porción visible del diagrama	esquema del diagrama	anticipación de funcionalidad	22	4.1	0%			<b>Notas:</b> El usuario no detecta que pueda arrastrarse el recuadro.
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	detección	22	4.1	100%			
icono de anidamiento de diagramas	barra de herramientas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1	100%			
representación de diagramas padres	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	detección	22	4.1	100%			
representación del diagrama actual	icono de anidamiento de diagramas	anticipación de funcionalidad	22	4.1	100%			
título del diagrama de actividades	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
roles presentes en el diagrama	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
inicio de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			
producto	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
ayuda contextual (?)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			
ayuda contextual (hiperliga azul)	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			
línea de sincronización	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	0%			
transición	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			<b>Notas:</b> Durante las tareas previas se percibe el cumplimiento de esta tarea.
fin de proceso	área del diagrama de actividades	detección	22	4.1	100%			
diag. CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM / CMM nivel 2: Repetible / Administración de requisitos	autoubicación	23	5.2	100%	0' 2.30" 0' 12.09"	0 0	<b>Porcentajes de peso:</b> 50% diagrama actual 50% diagrama padre del actual <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> área del árbol <input type="checkbox"/> Icono de anidamiento de diagramas (tooltips)

Fig. B.5 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 5.

## Instrumento (Usuario 5)

Elemento	Ubicación	Tipo de interacción	No. Tarea	Hipótesis	Criterios de evaluación			Comentarios
					¿éxito? [ % ]	Tiempo total	Acciones equivocadas [ # ]	
diag: CMM nivel 2: Repetible	ruta: CMM / Los cinco niveles de madurez del CMM	navegación	24, 25, 26	5.1	100% 100% 100%	0' 4.15" 0' 3.89" 0' 3.89"	0 0 0	Marcar 100% por cada una de las acciones correctas <b>Medio empleado:</b> <input checked="" type="checkbox"/> 20 Ligas en árbol que conducen a diagramas <input checked="" type="checkbox"/> 10 Control "Regresar a la ventana anterior" <input checked="" type="checkbox"/> 30 Control "Subir al diagrama inmediato superior" <input checked="" type="checkbox"/> 40 Icono de anidamiento de diagramas <input type="checkbox"/> fin de proceso

## Glosario de términos

**Elemento:** Porción del sitio WEB con la que el usuario interactúa durante la tarea cuyo número se indica en el mismo renglón.

**Ubicación:** Ubicación específica del elemento dentro del sitio WEB.

**Tipo de interacción:** Interacción que establece el usuario con el elemento. Los tipos de interacción pueden ser los siguientes:

**interpretación:** El usuario entiende el significado del elemento en el contexto de la tarea que está ejecutando.

**navegación:** El usuario se conduce exitosamente hacia otra(s) página(s) dentro del sitio con el propósito de efectuar la tarea que se le encomendó.

**detección:** El usuario percibe el elemento sin necesidad de que el monitor se lo señale.

**anticipación de funcionalidad:** El usuario anticipa correctamente la funcionalidad del elemento.

**autoubicación:** El usuario sabe en qué lugar se encuentra dentro de la jerarquía de diagramas de actividades del sitio WEB.

**No. Tarea:** Número de tarea dentro del script de la prueba en la que tiene lugar la interacción del usuario con el elemento.

**Hipótesis:** Hipótesis que se intenta validar mediante la interacción que se establece entre el usuario y el elemento.

**Criterios de evaluación:**

**¿éxito?:** Se especifica si la interacción que se estableció entre el usuario y el elemento es exactamente la esperada. En este caso los valores que admite esta casilla son 100% y 0%. Si el éxito de la interacción entre el usuario y el elemento depende de cubrir varios aspectos, cada uno debe tener una ponderación. En este caso la casilla comentarios contiene el porcentaje que se asigna a cada aspecto.

**Tiempo total:** Tiempo invertido en completar la interacción con el elemento por parte del usuario.

**Acciones equivocadas:** Indica el número de acciones equivocadas que realizó el usuario antes de completar exitosamente su interacción con el elemento.

Fig. B.5 (cont.) Instrumento de la prueba de usabilidad para el usuario 5.

## REFERENCIAS

- [Allwood, Kalen 1997] **Allwood C., Kalen T.** ; *Evaluating and improving the usability of a user manual* ; Behaviour & Information Technology ; 16, 1; January-February 1997 ; 43-57
- [Alonso 2002] **Alonso R.** ; *Evaluación de interfaces de usuario en el proceso unificado* ; Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Computación ; Director de tesis: Fernando Gamboa Rodríguez ; UNAM, México ; 2002
- [Alquicira 2000] **Alquicira C.** ; *Modelado de áreas clave de procesos para CMM nivel 2* ; Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Computación ; Directora de tesis: Hanna Oktaba ; UNAM, México ; 2000
- [Bastien, Scapin 1993] **Bastien C., Scapin C.** ; *Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces* ; Reporte técnico, Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, 156 ; Juin 1993 ; [www.webmaestro.gouv.qc.ca/ress/Webeduc/2000nov/criteres.pdf](http://www.webmaestro.gouv.qc.ca/ress/Webeduc/2000nov/criteres.pdf)
- [Carr 1973] **Carr S.** ; *City Signs and Lights* ; Cambridge: MIT Press ; 1973
- [CED 2004] **CED Solutions** ; *JavaScript: Web Scripting with JavaScript* ; CED Solutions Computer Training Centers ; 2004 ; [http://www.cedsolutions.com/javascript\\_index.shtml](http://www.cedsolutions.com/javascript_index.shtml)
- [CMM 1995] *The Capability Maturity Model, Guidelines for Improving the Software Process* ; Software Engineering Institute Series in Software Engineering ; Addison-Wesley ; 1995
- [Constantine 1994] **Constantine L.** ; *Collaborative Usability Inspections for Software* ; Software Development '94 Proceedings ; San Francisco: Miller Freeman ; 1994
- [December, Ginsburg 1996] **December J., Ginsburg M.** ; *HTML 3.2 and CGI Unleashed, Professional Reference Edition* ; Sams.net Publishing ; 1996
- [Fiske, Taylor 1991] **Fiske S., Taylor S.** ; *Social Cognition* ; McGraw-Hill ; 2nd. ed. ; 1991
- [Forsythe et. al. 1998] **Forsythe C., Grose E., Ratner J.** ; *Human factors and WEB development* ; Lawrence Erlbaum Associates, Publishers ; New Jersey ; 1998
- [Graham 1998] **Graham I.** ; *Introduction to HTML* ; Web/HTML Documentation and Developer's Resource ; The Information Commons, University of Toronto ; 1998 ; [http://www.utoronto.ca/webdocs/HTMLdocs/NewHTML/html\\_intro.html](http://www.utoronto.ca/webdocs/HTMLdocs/NewHTML/html_intro.html)
- [Goodman 2001] **Goodman D.** ; *JavaScript Bible* ; Hungry Minds, Inc. ; 4<sup>th</sup> Edition ; New York ; 2001
- [Humphrey 1987] **Humphrey W.** ; *Characterizing the Software Process: A Maturity Framework* ; Software Engineering Insitute ; CMU/SEI-87-TR-11, DTIC Número ADA182895, Junio 1987
- [Humphrey 1989] **Humphrey W.** ; *Managing the Software Process* ; Addison Wesley ; 1989
- [Instone 1996] **Instone Keith** ; *Usability Engineering on the Web* ; Advancing HTML: Style and Substance ; World Wide Web Journal ; Volume 2 ; Issue 1 ; January 1999 ; <http://www.w3j.com/5/s3.instone.html>
- [Jacobson et. al. 1999-1] **Jacobson I., Booch G., Rumbaugh J.** ; *The Unified Software Development Process* ; Addison-Wesley ; 1999

- [Jacobson et. al. 1999-2] **Jacobson I., Booch G., Rumbaugh J.** ; *The Unified Modeling Language, User Guide* ; Addison-Wesley ; 1999
- [Kearsley 1988] **Kearsley G.** ; *Online Help Systems: Design and Implementation* ; Ablex, Norwood NJ ; 1988
- [Kirakowski, Corbett 1988] **Kirakowski J., Corbett M.** ; *Measuring User Satisfaction* ; Proceedings of HCI 88, 329-338 ; UK Cambridge University Press. ; 1988
- [Mayhew 1999] **Mayhew D.** ; *The Usability Engineering Lifecycle: A Practitioner's Handbook for User Interface Design* ; Academic Press ; Morgan Kaufmann Publishers ; 1999
- [Miller 1956] **Miller G.** ; *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information* ; The Psychological Review ; vol.63 pp.81-97 ; 1956
- [Mullet, Sano 1995] **Mullet K., Sano D.** ; *Designing Visual Interfaces: Communication Oriented Techniques* ; SunSoft Press, Prentice Hall ; Mountain View, California ; 1995
- [NCSA 2000] **NCSA** ; *A Beginner's Guide to HTML* ; Board of Trustees of the University of Illinois ; 2000 ; <http://archive.ncsa.uiuc.edu/General/InternetWWW/HTMLPrimerP1.html>
- [Netscape 1998] **Netscape Communications Corporation** ; *JavaScript Overview* ; JavaScript Guide ; 1998 ; <http://developer.netscape.com/docs/manuals/js/core/jsguide/intro.htm>
- [Nielsen, Landauer 1993] **Nielsen J., Landauer T.** ; *A mathematical model of the finding of usability problems* ; Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference ; Amsterdam, The Netherlands ; 24-29 April 1993 ; pp. 206-213
- [Nielsen, Mack 1994] **Nielsen J., Mack R.** ; *Usability Inspection Methods* ; John Wiley & Sons ; New York ; 1994
- [OMG 2001] **Object Management Group, Inc.** ; *OMG Unified Modeling Language Specification, Version 1.4* ; <http://www.uml.org> ; Septiembre 2001
- [Pearrow 2000] **Pearrow M.** ; *Web Site Usability Handbook* ; Charles River Media, INC. ; Rockland, Massachussets ; 2000
- [Phpfreaks 2003] **Phpfreaks** ; *JavaScript Overview* ; The Web Freaks, INC. ; 2003 ; [http://www.phpfreaks.com/javascript\\_manual/page/intro.htm](http://www.phpfreaks.com/javascript_manual/page/intro.htm)
- [Ramírez 2001] **Ramírez L.** ; *Desarrollo de una Guía de Interpretación y Comprensión del Modelo de Madurez de Capacidades (CMM), Nivel 3* ; Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Computación ; Directora de tesis: Hanna Oktaba ; UNAM, México ; 2001
- [Shneiderman 1998] **Shneiderman B.** ; *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction* ; 3rd. Ed. ; Addison-Wesley ; 1998
- [Spool et. al. 1999] **Spool J., Scanlon T., Schroeder W., Snyder C., DeAngelo T.** ; *Web Site Usability: a Designer's Guide* ; Morgan Kaufmann Publishers, Inc. ; San Francisco, California ; 1999
- [Tognazzini 2003] **Tognazzini B.** ; *First Principles of Interaction Design* ; Nielsen Norman Group, Ask Tog ; 2003 ; <http://www.asktog.com/basics/firstPrinciples.html>
- [Wilson 2003] **Wilson B.** ; *HTML Overview* ; Index DOT Html, The Advanced HTML Reference ; 2003 ; <http://www.blooberry.com/indexdot/history/html.htm>
- [W3C 1999] **The World Wide Web Consortium** ; *Web Content Accessibility Guidelines 1.0* ; <http://www.w3.org/TR/1999/WAI-WEBCONTENT-19990505> ; 1999
- [Woodger 2004] **Woodger** ; *JavaScript origins/Overview* ; Woodger Computing Inc. ; 2004 ; [http://www.woodger.ca/js\\_orig.htm](http://www.woodger.ca/js_orig.htm)
- [W3C-HTML 2004-1] **The World Wide Web Consortium** ; *Introduction to HTML 4* ; W3C's Interaction Domain ; 2004 ; <http://www.w3c.org/html4/intro/intro.html>
- [W3C-HTML 2004-2] **The World Wide Web Consortium** ; *HyperText Markup Language, Activity Statement* ; W3C's Interaction Domain ; 2004 ; <http://www.w3c.org/HTML Activity Statement.html>